

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

DIPLOMOVÁ PRÁCE



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ**

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ

DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS

**OPTIMALIZACE ETHERNETOVÉ SÍTĚ VE VÝROBNÍM
PODNIKU**

OPTIMIZATION OF ETHERNET NETWORK IN MANUFACTURING PLANT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Petr Kratochvíl

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Ondřej Krajsa, Ph.D.

BRNO 2020

Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor **Telekomunikační a informační technika**

Ústav telekomunikací

Student: Bc. Petr Kratochvíl

ID: 174333

Ročník: 2

Akademický rok: 2019/20

NÁZEV TÉMATU:

Optimalizace ethernetové sítě ve výrobním podniku

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Navrhněte a realizujte optimalizaci počítačové sítě ve výrobním podniku. Součástí optimalizace bude případná úprava topologie sítě, adresních prostorů a síťových prvků. Dále bude výstupem webové rozhraní pro kontrolu a správu celé vnitřní sítě a provázání toho systému s firemním helpdeskem.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

[1] CLEMM, Alexander. Network Management fundamentals. Indianapolis, USA: Cisco Press, 2007. ISBN 1-58720-137-2.

[2] UYTTERHOEVEN, Patrik a Rihards OLUPS. Zabbix 4 Network Monitoring: Monitor the performance of your network devices and applications using the all-new Zabbix 4.0. 3rd Edition. Birmingham: Packt Publishing, 2019. ISBN 978-1789340266.

Termín zadání: 3.2.2020

Termín odevzdání: 1.6.2020

Vedoucí práce: Ing. Ondřej Krajsa, Ph.D.

Konzultant: Ing. Tomáš Faltýnek, ALPS Electric Czech, s.r.o.

prof. Ing. Jiří Mišurec, CSc.
předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

ABSTRAKT

Tato diplomová práce popisuje práce vykonávané při optimalizaci podnikové sítě ve společnosti Alps Electric Czech s cílem rozšířit množství informací získávaných o stavu sítě a tím zlepšit reakci IT oddělení na případné chyby. Při optimalizaci, také došlo k nasazení monitorovacího systému a jeho provázání s helpdeskem a na míru vytvořeným webem, jenž běží na mikroframeworku Flask. S postupným nasazováním docházelo k úpravám na základě zpětné vazby od pracovníků IT oddělení. Celkově tak došlo k zpřehlednění sítě zvyšující efektivitu údržby a servisu.

KLÍČOVÁ SLOVA

ethernet, wifi, optimalizace sítě, měření datového toku, měření síly wifi signálu, vlan, dohledový systém, helpdesk, webové rozhraní, mikrotik, the dude

ABSTRACT

This diploma thesis describes the work performed in the optimization of the corporate network in the company Alps Electric Czech to expand the amount of information obtained about the state of the network and thus improve the response of the IT department to potential errors. During the optimization, a monitoring system was also deployed and its connection to the helpdesk and a tailor-made website running on the Flask microframework. With the gradual deployment, adjustments were made based on feedback from the IT department staff. Overall, the network has become more clarified, increasing the efficiency of maintenance and service.

KEYWORDS

ethernet, wifi, network optimization, data flow measurement, wifi signal strength measurement, vlan, monitoring system, helpdesk, web interface, mikrotik, the dude

KRATOCHVÍL, Petr. *Optimalizace ethernetové sítě ve výrobním podniku*. Brno, 2020, 59 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav telekomunikací. Vedoucí práce: Ing. Ondřej Krajsa, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma „Optimalizace ethernetové sítě ve výrobním podniku“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

Brno

.....

podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce panu Ing. Ondřejovi Krajsovi, Ph.D. za odborné vedení, konzultace, trpělivost a podnětné návrhy k práci a konzultantovi Ing. Tomášovi Faltýnkovi za věcné připomínky a ochotu, bez které by tato práce nemohla vzniknout.

Obsah

Úvod	9
1 Popis sítě	10
1.1 Fyzická topologie sítě	10
1.1.1 Interní část sítě	10
1.1.2 Popis segmentů	11
1.1.3 Ostatní segmenty	12
1.2 Logická topologie sítě	13
1.3 IP adresy	13
1.3.1 DHCP	13
1.4 WiFi	14
1.5 Kamery	15
1.6 Síťová zařízení	15
1.6.1 MikroTik	15
1.6.2 Edge-Core	16
1.6.3 Motorola Solutions	16
2 Měření sítě	18
2.1 Sestavení schéma fyzického zapojení	18
2.2 Mapa pokrytí WiFi	18
2.2.1 Popis měření	19
2.3 Měření vlastností sítě	20
2.3.1 Monitorovací systém	20
2.3.2 Průběh měření	20
3 Výsledky měření	22
3.1 Schéma fyzického zapojení	22
3.2 Mapa pokrytí WiFi	24
3.3 Naměřené vlastnosti sítě	25
4 Návrhy na optimalizaci	32
4.1 Vytíženost hlavního spoje <i>PC Optical - MK Hlavní</i>	32
4.2 Standardizace	32
4.2.1 Pravidla pro datové rozvaděče	33
4.2.2 Pravidla pro zapojování síťových zařízení	33
4.2.3 Rozšíření datových rozvaděčů	33
4.3 WLAN	34
4.4 VLAN	34

4.5	Konfigurace monitorovacího systému	34
5	Dohledový systém	35
5.1	Výběr systému	35
5.1.1	The DUDE	36
5.1.2	Možnosti konfigurace	36
5.1.3	Aktuální nastavení	38
6	Webové rozhraní	40
6.1	Webový server	40
6.2	Struktura webu	41
6.2.1	Databáze uživatelů	42
6.2.2	Databáze zařízení	42
6.3	Popis webu	43
6.3.1	Informace o síti	45
6.3.2	Zálohování konfigurace síťových zařízení	47
7	Helpdesk	49
7.1	Vytváření požadavků	49
7.2	Specifikace	49
8	Nasazování	50
8.1	Monitorovací systém	50
8.2	Optimalizace	50
8.2.1	WiFi	50
8.2.2	VLAN	51
8.3	Web	51
8.4	Helpdesk	51
8.5	Následující práce	51
	Závěr	53
	Literatura	55
	Seznam symbolů, veličin a zkratk	58

Seznam obrázků

1.1	Schéma fyzického zapojení přenosového úseku sítě	11
2.1	Záznam cest měření a měřicích bodů	19
2.2	Mapa monitorovaných linek a zařízení	21
3.1	Datový rozvaděč DR15 (umístění: výroba)	22
3.2	Datový rozvaděč DR5 (umístění: Moulding)	23
3.3	Datový rozvaděč DR11 (umístění: sklad Sebranice)	23
3.4	Datový rozvaděč DR Vlněna (umístění: sklad Svitávka)	24
3.5	Mapa pokrytí u WiFi ALCZM a ALCZPUB	25
3.6	Mapa pokrytí u WiFi Office	25
3.7	Mapa pokrytí u WiFi Critical	26
3.8	Mapa pokrytí všech sítí na 1. poschodí	26
3.9	Mapa pokrytí u WiFi tiskáren	27
3.10	Nepožadovaná síť tiskárny Brother	27
3.11	Upload a Download pro přepínač WiFi Critical	28
3.12	Upload a Download pro přepínač PC Metalical	28
3.13	Upload a Download pro přepínač PC Optical	29
3.14	Upload a Download pro směrovač MK Japan	29
3.15	Upload a Download pro datový rozvaděč Vlněna	30
3.16	Porovnání Upload a Download přepínačů Server A a Server B	31
3.17	Upload a Download z rozvaděče DR15 do centrálního přepínače Mantra	31
5.1	Menu systému The DUDE	37
5.2	Zobrazení zapojení DR0 (serverovna) v systému The DUDE	38
5.3	Mapa adresního rozsahu 10.54.13.0/24 Servery a tiskárny	39
6.1	Adresářová struktura webu	42
6.2	Šablona záznamu tabulky Uživatelů	43
6.3	Šablona záznamu tabulky Zařízení	43
6.4	Úvodní webová stránka anonymního uživatele	44
6.5	Úvodní webová stránka přihlášeného uživatele	45
6.6	Seznam uživatelů z pohledu běžného uživatele (vlevo) a administrátora (vpravo)	46
6.7	Seznam zařízení z pohledu běžného uživatele (dole) a administrátora (nahore)	46
6.8	Princip zobrazování příchozích logů	47

Úvod

Značný nárůst průmyslové automatizace a hlavně robotizace v posledním desetiletí výrazně zvýšil nároky na využívání LAN sítí ve výrobních podnicích. To přineslo nové výzvy v oblasti optimalizace zapojení a správy síťového provozu.

Jednou ze společností, hojně ve své výrobě využívající automatizaci, je Alps Electric Czech, která sídlí v Sebranicích u Boskovic. I přes velký růst její sítě došlo k upozadění nasazení nových technologií usnadňující správu a monitoring celé přenosové soustavy, čímž postupně došlo ke zhoršení rekce IT oddělení na vzniklé chyby a ztrátu přehledu o fungování sítě.

Obsahem této práce bude zdokumentovat činnosti seznamování se se sítí, výsledkem kterých bude vypracování měření, jenž pomůže při následné návrhu optimalizací. Současně bude probíhat výběr vhodného monitorovacího systému. Ten by měl pomoci jak při samotném měření, tak následně zůstat součástí dohledu a správy sítě.

Prvotními požadavky vedení, spolu se zpracováním optimalizaci sítě, bylo též provázání monitorovacího systému sítě s firemním helpdeskem, který ulehčí řízení požadavků na IT oddělení a shromáždí informace o chybách a následných změnách, které byly v síti provedeny.

Poslední částí práce bude vytvoření webu, jenž poskytne přístup k informacím o aktuálním stavu sítě i ostatním zaměstnancům, což by mělo v důsledku opět urychlit schopnost reagovat na nastalé problémy.

1 Popis sítě

Sít firmy Alps Electric Czech, s. r. o., se rozkládá na dvou lokalitách. Hlavní část pokrývá výrobní a kancelářské prostory areálu v Sebranicích, zbytek sítě se pak nachází ve skladovacích prostorech nedalekého bývalého průmyslového areálu Vlněny v obci Svitávka. Propojení obou částí zajišťuje vyhrazený mikrovlnný okruh.

Sít pracuje na dnes běžně používaných standardech rodiny *IEEE 802.3 (Ethernet)* s přenosovými rychlostmi od 100 Mbit/s až po 10 Gbit/s, využívající krouceného páru *Cat 6* a *Cat 6A*, případně jednovidových optických kabelů. Oba areály jsou též pokryty bezdrátovou WiFi sítí pracující na standardech *IEEE 802.11n* a nově i *IEEE 802.11ac*. [1] [2] [3]

1.1 Fyzická topologie sítě

Centrální router *MK Balanc* rozděluje síť do experimentální a interní sekce. Experimentální sekce, též označovaná *Mimo*, je určena na testování zařízení vyvíjených místním oddělením. Kromě testování je malá část této sítě vyhrazena pro návštěvníkou WiFi ALCZPUB. Jde tedy o malou síť a většina optimalizací se jí tak nebude dotýkat.

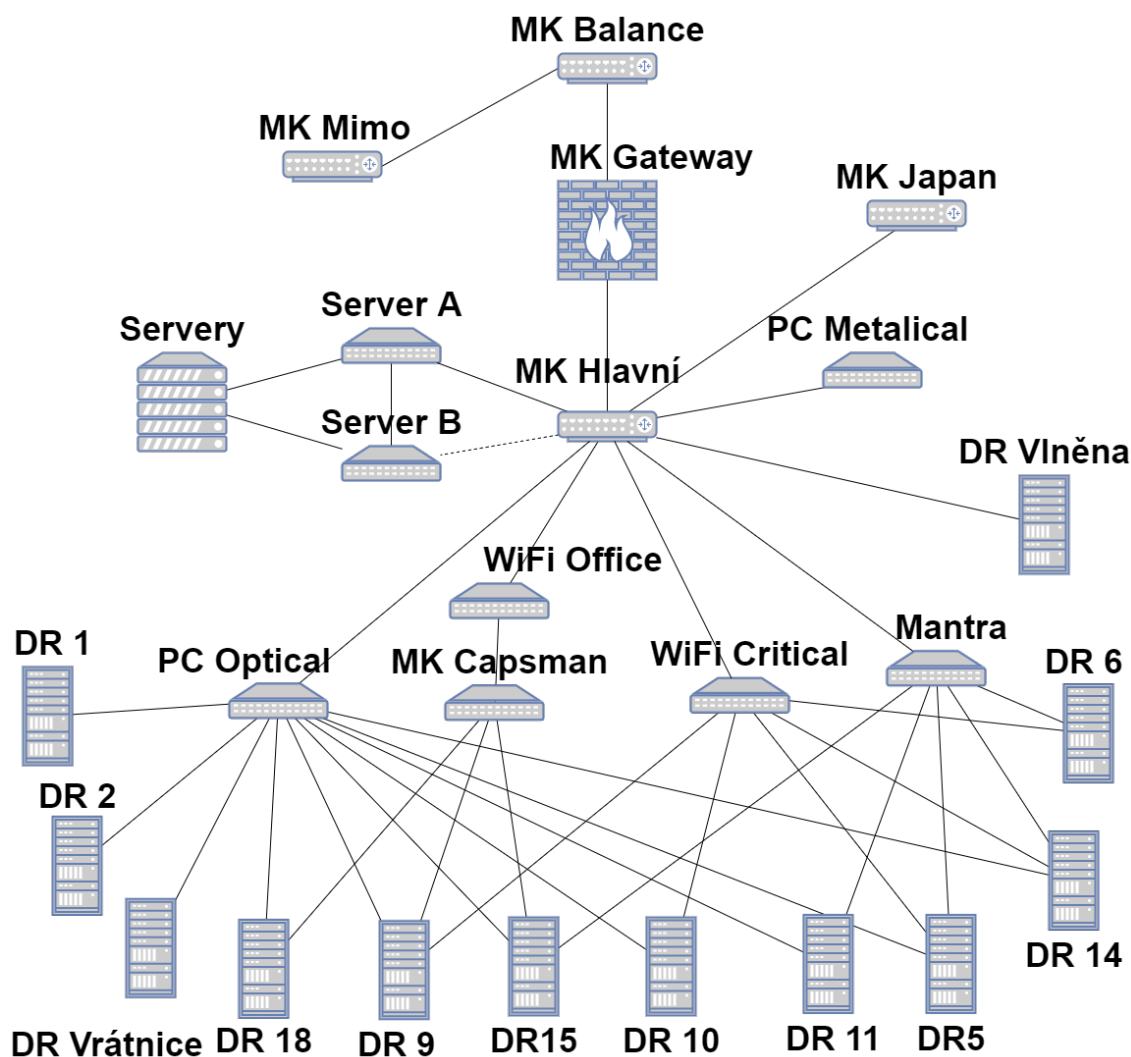
V podniku se nachází ještě jedna velmi jednoduchá síť, která je ovšem samostatná, není fyzicky propojena s hlavní sítí a slouží čistě pro zálohování firemních serverů.

1.1.1 Interní část sítě

Pod interní sekci sítě tedy spadají všechny kancelářské prostory, výroba, kamerový a docházkový systém a také zbylé dvě WiFi sítě. Schéma zapojení by proto bylo značně nepřehledné, z toho důvodu je na obrázku 1.1 pouze přenosový úsek sítě, tedy od routeru *MK Balanc* po jednotlivé datové rozvaděče.

Aby bylo možné zajistit bezpečné připojení interní části sítě ke zbytku sítě a do veřejného internetu, je mezi hraniční router *MK Balanc* a centrální router *MK Hlavní* připojen výkonný router *MK Gateway* sloužící jako hardwarový firewall. Kromě bezpečnostních pravidel je zde nakonfigurována i firemní *Virtual Private Network* (VPN).

Router *MK Hlavní* následně směřuje provoz do jedné z pěti segmentů, z nichž každý je vyhrazen jinému účelu. Jednotlivé segmenty jsou složeny z kaskády agregačních switchů. Nejvýše postavený agregační switch každého segmentu je připojen pomocí optického kabelu do všech datových rozvaděčů, kde jsou vyžadovány služby konkrétního segmentu.



Obr. 1.1: Schéma fyzického zapojení přenosového úseku sítě

1.1.2 Popis segmentů

PC Metalical Segment slouží pro obsluhu všech kancelářských zařízení nacházejících se v *Main office*. Vzhledem k situování serverovny do těsné blízkosti největší kanceláře, je rozvaděč DR01 pro tuto kancelář umístěn uvnitř serverovny, což má za následek využití pouze metalických kabelů.

PC Optical Stejně jako segment *PC Metalical* zajišťuje i tento segment propojení kancelářských prostorů, které ovšem nejsou součástí *Main Office*. Navíc přes tento segment je veden i datový tok kamerového a přístupového systému. Z důvodu velkého datového toku zapříčiněného výše uvedenými skutečnostmi je propoj s *MK Hlavní* řešen agregací dvou linek, každé o přenosové kapacitě 2 Gbit/s.

WiFi Office (*WiFi Data 02*) Jak již z názvu vyplývá, jedná se o WiFi síť primárně určenou pro kanceláře. Přístupové body se nachází jak v kancelářských prostorech, tak v konferenčních místnostech.

WiFi Critical (*WiFi Data 04*) V tomto případě se jedná o vyhrazenou WiFi síť pro výrobu. Umístění přístupových bodů je pouze ve výrobních prostorech, takže by síť neměla zasahovat do oblastí pro *Wifi Office* a ostatních okrajových kanceláří. Kromě připojení výrobních zařízení a obslužných tabletů na síti pracuje i autonomní robot pro rozvoz materiálu.

Mantra Tento segment je vytvořen primárně pro výrobu, aby v případě jakýchkoliv problémů ostatních segmentů nebyla tímto problémem postížena výroba. Navíc se na výrobních linkách využívá embedded zařízení vlastního návrhu a výroby *Mantrabox*, jejichž síťová komunikace splňuje pouze základní standardy.

1.1.3 Ostatní segmenty

MK Japan Tímto routerem odchází provoz směrovaný skrz tunelové rozhraní do ostatních poboček společnosti Alps. Jde o připojení s vlastní konektivitou a je tedy nezávislé na hlavní konektivitě přes centrální router *MK Balanc*. Navíc je i toto připojení pojištěno proti výpadku primární konektivity záložním spojením. V případě nejvyšší nouze je možné nejnnutnější část datového provozu směřovat do internetu touto cestou. Linka má ovšem omezenou přenosovou rychlost na 3 Mbit/s a je tedy nasnadě, za jakých okolností je vůbec vhodné tudy ostatní provoz směřovat.

Server-A a Server-B Jedná se o výkonné 52 portové switche, od společnosti Edge-Core, poskytující čtyři SFP+ porty s maximální přenosovou rychlostí 10 Gbit/s každý. Bohužel, směrovač *MK Hlavní*, podporuje tento port pouze jeden, díky čemuž jsou přepínače řazeny za sebe v pořadí, v jakém jsou zobrazeny na schématu 1.1. Aby bylo umožněno v případě výpadku zachovat v provozu aspoň část serverů pro výrobu, je přepínač *Server B* připojen k hlavnímu směrovači záložním spojem přes 1 Gbit/s port.

Vlněna Segment sítě, který se jako jediný nenachází v hlavních prostorech výrobního areálu v Sebranicích, nýbrž bývalém průmyslovém areálu v sousední vesnici Svitávka. Konkrétně jde o budovu bývalého textilního závodu, dnes sloužící jako sklad. Zde se nachází kamerový systém, který, stejně jako v případě výrobního areálu, je zapojen přes *Power over Ethernet* (PoE) přepínač k Synology serveru, kde se

ukládá záznam. V areálu se dále nachází segment *PC Optical* a oba segmenty bezdrátových sítí, tedy *WiFi Office* a *WiFi Critical*. Konektivita se sítí hlavního areálu v Sebranicích je tvořena vyhrazený mikrovlnným spojem, jehož datová propustnost činí 12 Mbit/s.

1.2 Logická topologie sítě

Fyzické zapojení sítě s rozdělením na segmenty napovídá, že logická topologie sítě bude značně podobná té fyzické. Díky fyzickému zapojení do topologie stromu tomu tak skutečně je, není tedy potřeba v síti provozovat protokoly na odstranění smyček, *Spanning Tree Protocol* (STP)/*Rapid Spanning Tree Protocol* (RSTP) nebo nejnovější *Shortest Path Bridging* (SPB).

1.3 IP adresy

Síťový prostor využívá dvou bloků privátních síťových adres a to 10.54.0.0/16 a 192.168.0.0/16. Podsítě z rozsahu třídy A jsou využívány z důvodu možnosti vzdáleného přístupu z ostatních poboček sítě Alps. Kromě serverů a IP telefonů jsou do tohoto rozsahu přidány i některá výrobní zařízení, kancelářské počítače a síťové tiskárny. V tomto rozsahu se též nachází docházkové terminály.

Rozsah třídy C je určen čistě pro vnitřní síť. Najdeme zde adresy vyhrazené pro vzdálenou konfiguraci síťových prvků a serverů, kamerový systém nebo pro nasazování a testování nových zařízení ve výrobě. Výpis všech využívaných rozsahů se základním popisem je možné najít v tabulce 1.1.

1.3.1 DHCP

Většina podsítí využívá staticky přidělených IP adres pro jednotlivá zařízení, jedinou výjimku tvoří dva adresní rozsahy, ty se využívají pro kancelářské počítače, *Voice over IP* (VoIP) telefony a obecně pro zařízení připojeným k *WiFi Office*. První z nich, 10.54.2.0/24, je primární rozsahem, pokud dojde k jeho vyčerpání, začne *Dynamic Host Configuration Protocol* (DHCP) server přidělovat adresy z rozsahu 10.54.4.0/24.

Mantraboxy mají vyhrazen speciální rozsah IP adres. Aby nedocházelo k nežádoucímu vyměňování IP adres při přepojení do jiného datového rozvaděče, je na DHCP server nastaveno pravidlo *static leases*, jenž prováže MAC adresu s IP adresou. MAC adresa žádajícího zařízení se nejdříve porovná se seznamem MAC adres všech využívaných Mantra zařízení a v případě shody přidělí konkrétnímu zařízení jeho zarezervovanou IP adresu z rozsahu 10.54.50.0/24, a dodá zbylou konfiguraci

pro tuto síť. Při nenalezení shody se využije jeden ze dvou výše zmíněných adresních rozsahů.

Rozsah IP	Použití
10.54.1.0/24	IP telefony a ústředna
10.54.2.0/24	DHCP
10.54.4.0/24	DHCP záložní rozsah
10.54.10.0/24	Teploměry
10.54.12.0/24	Docházkové terminály
10.54.13.0/24	Většina serverů a tiskáren
10.54.14.0/24	Většina MES/SAP tiskáren
10.54.18.0/24	MES BCR zařízení
15.54.22.0/24	EOL zařízení ve výrobě
10.54.50.0/24	Mantra (DHCP Static Leases)
192.168.13.0/24	Správa síťových prvků a EOL zařízení (Ruší se)
192.168.14.0/24	Tablety pro výrobu
192.168.15.0/24	Správa síťových prvků
192.168.17.0/24	Správa síťových iDRAC serverů (Nepoužívá se)
192.168.21.0/24	Statická IP pro Mantry od Mantra serveru
192.168.30.0/24	Kamerový systém
192.168.66.0/24	Testování
192.168.98.0/24	
192.168.99.0/24	Síť pro zálohu
192.168.199.0/24	Není propojená s ALCZ

Tab. 1.1: Seznam využívaných adresních rozsahů

1.4 WiFi

Při použití více přístupových bodů pro jednu bezdrátovou síť, se jeví logické využití centrální správy konfigurací. Tento způsob je využit i zde. Bezdrátovou síť *WiFi Critical* obsluhují dva centralizační switche společnosti Motorola Solutions, které uchovávají aktuální konfiguraci. Ta je aplikována na přístupové body poté, co jsou připojeny do sítě.

Stejný princip je využit i u bezdrátové síti *WiFi Office*, v tomto případě se však pracuje se zařízeními firmy MikroTik. I zde je vyhrazen jeden switch, konkrétně *MK Capsman*, který slouží pro správu bezdrátových sítí, využívající nástroj CAPsMan.

CAPsMan

Neboli *Controlled Access Point system Manager* (CAPsMan) - (Správce systému řízení přístupového bodu) je nástroj umožňující centralizovanou správu konfigurací bezdrátových přístupových bodů a sítí. Nachází se v rozšiřujícím balíčku *wireless*. I přes to, že se nástroj nachází v balíčku pro podporu bezdrátových adaptérů, není pro správnou funkci nástroje nutné, aby daný hardware bezdrátové rozhraní obsahoval, takže se správcem může stát téměř jakékoliv MikroTik zařízení v síti.

Kromě detailního nastavení samotného adaptéru umožňuje CAPsMan i široké nastavení zabezpečení včetně přihlašování se pomocí radius serveru nebo způsobu zpracování a přeposílání paketů v síti. [4]

1.5 Kamery

Kamerový systém je obsluhován přes síťové segmenty pr kancelářské prostory PC Metalical, PC Optical a skrz mikrovlnný spoj Vlněny. Každá z kamer má staticky přidělenou IP adresu (rozsah viz tabulka 1.1). Záznam z kamer je ukládán na rekordéry od společnosti Synology, kdy pro kamery v areálu Alps jsou rekordéry umístěny v serverovně, zatímco skladový areál Vlněny obsahuje vlastní kamerový rekordér. Z těchto rekordérů jsou následně data odesílána živě na vrátnici v areálu Alpsu.

1.6 Síťová zařízení

I přes širokou škálu v síti využívaných zařízení, jsou u síťových zařízení zastoupeni tři výrobci. Pro přístupovou část ve výrobě, centrální routery a *Access point* (AP) jsou to výrobky společnosti Mikrotik. U switchů jde o zařízení firmy Edge-Core a AP pro segment *WiFi Critical* jsou dodávány *Motorola Solutions*.

Využití jiného výrobce a managementu bezdrátové sítě v segmentu *WiFi Critical* lze přisoudit snížením závislosti výrobní sekce na zbytku sítě.

1.6.1 MikroTik

MikroTik je litevská společnost zabývající se od roku 1996 výrobou síťových prvků pro malé a střední sítě, a vývojem vlastního operačního systému *RouterOS*, pro tyto

zařízení. [5]

Velké využití produktů společnosti MikroTik oproti jiným výrobcům je dáno především nižší cenou a vysokou kvalitou výrobků v kombinaci s velmi uživatelsky přívětivou a širokou možností konfigurace a ovládání.

V Páteřní části sítě byly vybrány na pozici hlavních routerů zařízení z nejvyšší nabízené kategorie *Cloud Core Router* (CCR), a to konkrétně *CCR 1016-12S-1S+*, *CCR 1009-8G-1S-1S+* a *CCR 1009+7G+1C-1S+*. Jde o velmi výkonná zařízení s devíti a více vícejádrovými procesory, mající vždy minimálně jeden SFP+ modul s přenosovou rychlostí 10 Gbit/s. [6]

Kromě páteřních routerů má každá výrobní linka svůj vlastní MikroTik switch. Zde je různorodost zařízení již podstatně větší. Nejčastěji se ovšem objevují zařízení z nižší kategorie *Cloud Router Switch* (CRS), obzvláště pak *CRS 125-24G-1S* a *CRS 112-8G-4S*, což je kategorie zaměřená na L3 switche pracující na přenosových rychlostech 1 Gbit/s na port. [7].

Posledním druhem zařízení od společnosti MikroTik jsou přístupové body, neboli Access point (AP). Ty se využívají pro sítě v segmentu *WiFi Office*, *Experimentální WiFi síť* (ALCZM) a návštěvnickou WIFI síť (ALCZPUB). Převážně jde o *RBcAP2n*, na stránkách výrobce jde najít pod názvem *cAP*, která jsou postupně nahrazována novější generací. Tyto přístupové body jsou napájeny pomocí PoE a pracují na frekvenci 2,4 GHz. Nová generace podporuje i frekvenci v pásmu 5 GHz. [8]

1.6.2 Edge-Core

Edge-Core je Tchajwanská společnost, která se, na rozdíl od MikroTiku, soustřeďuje převážně na rozsáhlé sítě a datacentra, kde nabízí širokou škálu i na míru řešených produktů. V rámci nabídky pro malé a střední podnikové sítě jde hlavně o "Cisco like" přepínače s vysokou propustností. [9]

Důvod, proč jsou v síti využity přepínače právě od společnosti Edge-core, je kvůli jejich potřebě naprosto minimální údržby, vysoké bezporuchovosti i v náročných podmínkách a též nabízí až 52 portů, každý s rychlostí 1 Gbit/s o velikosti zařízení 1 *Rack Unit* (U). Proto jsou nasazeny v místech s vysokou koncentrací síťových přípojek. Verze s menším počtem portů se nachází v rozvaděčích, kde neprobíhá častá změna konfigurace zapojení a jsou zde vyšší nároky na bezporuchovost.

1.6.3 Motorola Solutions

Jedninou výjimkou, kde nejsou použity přístupové body společnosti MikroTik, tvoří bezdrátová síť *WiFi Critical*. Důvodem využití jiného řešení pro tuto síť je požadavek na velkou robustnost. Navíc tak došlo k oddělení části kritické pro chod výroby od

zbytku sítě. Toto řešení využívá centralizačních přepínačů *Motorola RFS 4010* do něhož jsou zapojeny přístupové body *AP 7522*.

2 Měření sítě

Od sestavení sítě při poslední velké modernizaci proběhlo jen velmi málo změn v přenosové části sítě a tedy není zcela jasné, jak moc jsou jednotlivé segmenty vytížené. Zároveň ve výrobě probíhá celkem častá rekonfigurace linek a jejich připojení k jednotlivým rackům, přičemž požadavky na přenosovou kapacitu stále rostou. Navíc zavedením nových technologií, jako jsou bezdrátové čtečky čárových kódů nebo autonomní robot se musela rozrůst i bezdrátová síť.

Výstupem všech těchto měření by měl být ucelený návrh optimalizace podnikové sítě, který bude následně postupně uváděn do praxe.

2.1 Sestavení schéma fyzického zapojení

Z důvodu častých změn ve výrobě a občasných změnách v zapojení kanceláří mohlo dojít k neúmyslné změně i ve vyšších vrstvách. To pro funkci sítě nemusí představovat žádný problém, ale znesnadňuje to následnou údržbu, případně odstraňování závad. Taktéž by mohlo dojít ke zkreslení při měření datových toků.

U sestavování schéma zapojení bude nutné projít všechny hlavní spoje a překontrolovat a zapsat jejich zapojení. V případě nalezených chyb bude nutné sjednat nápravu v podobě změny zapojení, či zaznamenání výjimky. Výsledkem by mělo být vytvoření schéma fyzického zapojení přenosové sítě od přístupových bodů po centrální router *MK Hlavní*. Rozšiřujícím požadavkem je zakreslení umístění datových rozvaděčů a bezdrátových AP do výkresové dokumentace, kterou si firma udržuje.

2.2 Mapa pokrytí WiFi

Zvýšení nároků na obě bezdrátové sítě v posledních letech znamenali značné navýšení počtu AP, které byly postupně do areálu přidávány. Vytvoření mapy pokrytí by mělo ukázat, zdali rozmístění AP vykryvá požadované prostory. Měření by mělo zároveň ukázat zahlcení WiFi kanálů v pásmu 2,4 GHz. Toto měření navíc vyžaduje i IT oddělení, jelikož se objevilo několik incidentů, kdy si zaměstnanci donesli vlastní AP routery, jenž způsobovaly pády sítě.

Protože není u výsledné mapy požadováno vysoké rozlišení pokrytí signálem, je možné pro samotné měření použít běžný notebook se softwarem určeným k tomuto účelu. Aby mohly být odchyceny i nepožadované zařízení, bude muset probíhat měření na všech kanálech frekvenčního pásma 2,4 GHz. Proměřeny budou všechny vnitřní prostory areálu v Sebranicích. Pokrytí skladovacích prostor ve Svitávce je pouze bodové o ploše přibližně 30 m² volné plochy měření by zde postrádalo význam.

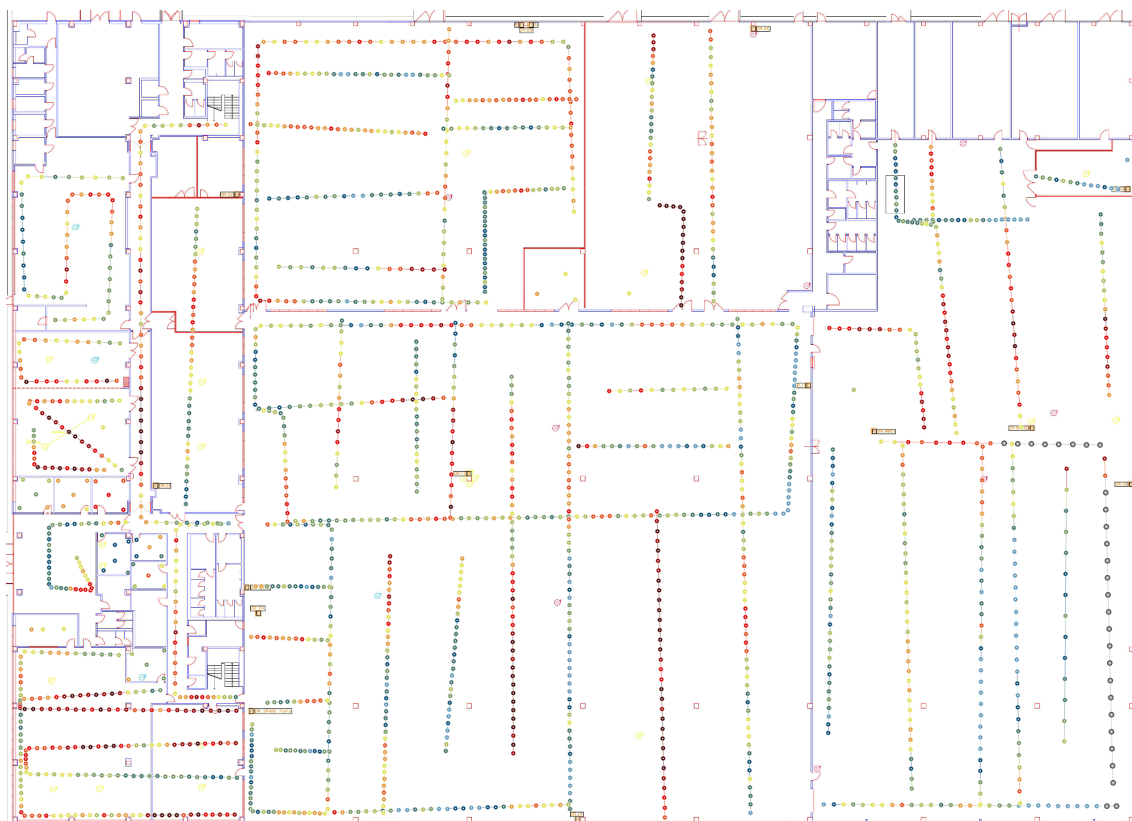
2.2.1 Popis měření

Skenování probíhalo během víkendu, což ulehčilo pohyb po areálu a umožnilo se dostat i do míst, kam by za běžného provozu byl značně omezen přístup. Zároveň tím byly zachovány i konstantní podmínky pro měření, čímž se zvýšila i vypovídající hodnota výsledku.

Pro vypracování tohoto měření byl vybrán software *VisiWave Site Survey* od společnosti *VisiWave*, který firma poskytuje, na rozdíl od konkurence, na 30 dní zdarma bez nutnosti registrace. Hlavní argument pro výběr tohoto softwaru pak byla i možnost exportu vytvořené mapy do podoby obrázku, i během zkušební 30 denní verzi, jinak tento program poskytuje stejné možnosti jako konkurence. [10]

Při měření, byl program provozován na firemním notebooku *Lenovo ThinkPad L540*. Ten byl umístěn na vozíku ve výšce 150 cm nad zemí. Bodové hodnoty byly aproximovány do kruhového prostoru o poloměru 2 metry. Záznam naměřených cest je vidět na obrázku 2.1.

Měření každé trasy probíhalo zadáním startovacího a koncového bodu, kdy následně došlo k průchodu trasou s automaticky zaznamenávající se silou signálu všech dostupných WiFi sítí.



Obr. 2.1: Záznam cest měření a měřicích bodů

2.3 Měření vlastností sítě

Změření datového toku ukáže reálné využití přenosových kapacit, které je v aktuální situaci neznámé. K získání celkového obrazu o síti bude tedy nutné kromě dostupných přenosových kapacit zjistit vytížení každé přenosové linky a zařízení, těž bude nutné určit jednotlivé datové toky a naměřit zpoždění během přenosu. Tím lze zjistit poddimenzovaná zařízení, které mohou v síti vytvářet nežádoucí úzká hrdla, případně způsobovat nestabilitu sítě.

Pro zajištění měření tak bude třeba najít a nakonfigurovat odpovídající nástroj pro monitorování, umožňující sběr velké škály informací a pomocí nich provést celkovou analýzu provozu a sítě.

2.3.1 Monitorovací systém

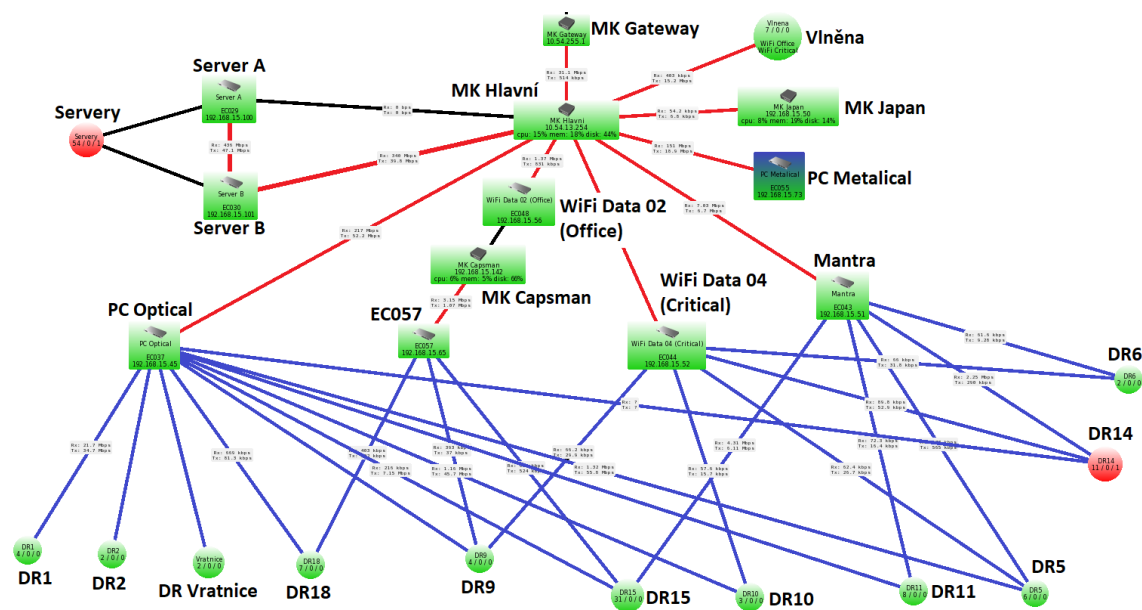
Na výběr monitorovacího systému byla zaměřena větší pozornost. Následně totiž bude součástí chystaného webového rozhraní, které z něj bude získávat informace o aktuálním stavu sítě. Navíc značně rozšíří schopnosti IT oddělení rychle reagovat na nastalé situace.

2.3.2 Průběh měření

Před zahájením měření bylo nutné vypracovat schéma fyzického zapojení, podle kterého byl následně nakonfigurován monitorovací software.

Samotné monitorování sítě probíhalo v týdnu od 12. do 19. prosince 2019. Monitorovací systém umožnil měřit všechny přímo připojené linky vedoucí z *MK Hlavní* a od každého hlavního přepínače, na obrázku 2.2 jsou tyto linky vyznačeny červeně, a odezvu všech síťových zařízení. Protože monitorovací systém byl schopen zvládnout i zbylé linky od hlavních přepínačů do jednotlivých datových rozvaděčů byly posléze k monitorování přidány i spoje, které jsou na obrázku 2.2 označeny modře. U datových rozvaděčů *DR2* a *DR Vrátnice* nebylo možné změřit zatížení switchů, jelikož se jednalo o starší zařízení, tyto funkce neměly implementovány.

Po dokončení měření byl monitorovací systém ponechán v aktivním stavu a s konfigurací pro měření pro případ následného doplnění výsledků.



Obr. 2.2: Mapa monitorovaných linek a zařízení

3 Výsledky měření

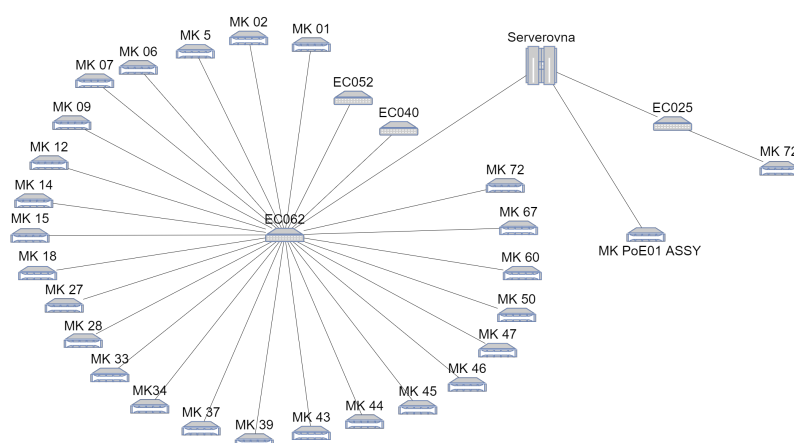
Výsledky uvedené v následující kapitole odpovídají stavu sítě v průběhu listopadu a prosince roku 2019, kdy bylo měření prováděno. V důsledku rozhodnutí o lepším využití kancelářských prostor z důvody rozšíření vývojového oddělení, došlo v průběhu ledna a února k mírné změně zapojení sítě a rozložení zatížení v segmentech *PC Optical* a *PC Metalical*. Provedené změny tím pádem snížily přesnost měření datového toku využití jednotlivých linek. K těmto změnám muselo být následně přihlédnuto při vytváření návrhu optimalizace.

3.1 Schéma fyzického zapojení

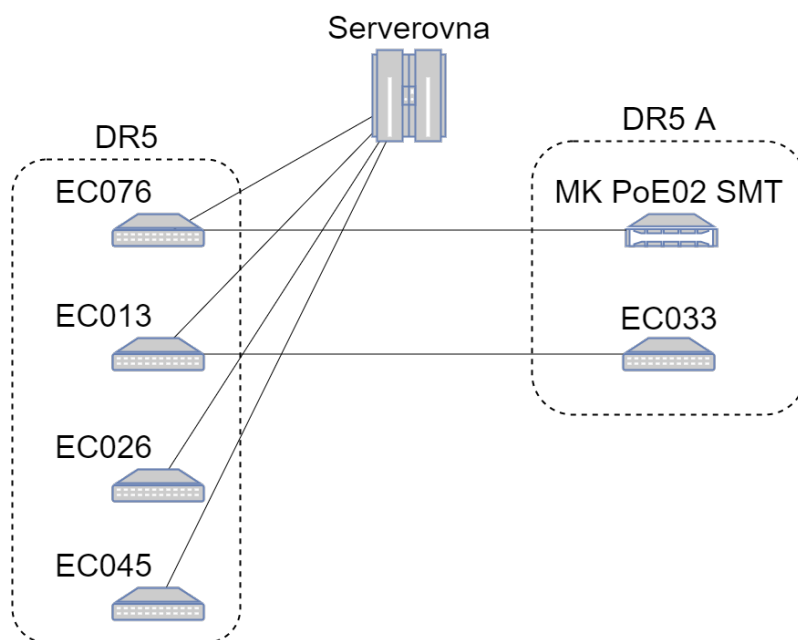
Při sestavování schématu, bylo nalezeno několik nesprávných zapojení. Ve všech případech, až na jednu výjimku, šlo vždy o situace nedostatečného místa v datových rozvaděcích, čímž bylo více segmentů sloučeno pod jeden společný switch, nebo byla v aktuálním případě požadována konektivita určitého segmentu pouze pro jedno zařízení, což opět vedlo ke sloučení toho segmentu s jiným.

Za menší nedostatek, který se objevoval hlavně úseku výroby, bylo nestandardní zapojování přístupových switchů, kdy uplinkový port byl občas na pozici prvního port switche, jindy posledního a vyskytly se i dva případy, u kterých byl uplinkový port posledním využívaným portem.

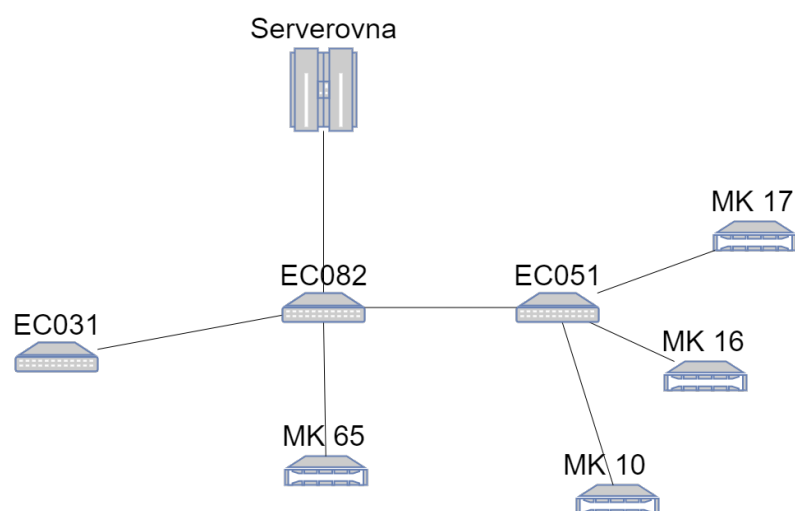
Celkové schéma sítě bylo nakonec rozděleno podle datových rozvaděčů aby mohlo být využito v monitorovacím systému a k sestavení celkového obrazu sítě nedošlo. Na obrázcích 3.1, 3.2, 3.3 a 3.4 jsou ukázány vybrané datové rozvaděče, ilustrující rozmanitost a rozsah sítě.



Obr. 3.1: Datový rozvaděč DR15 (umístění: výroba)

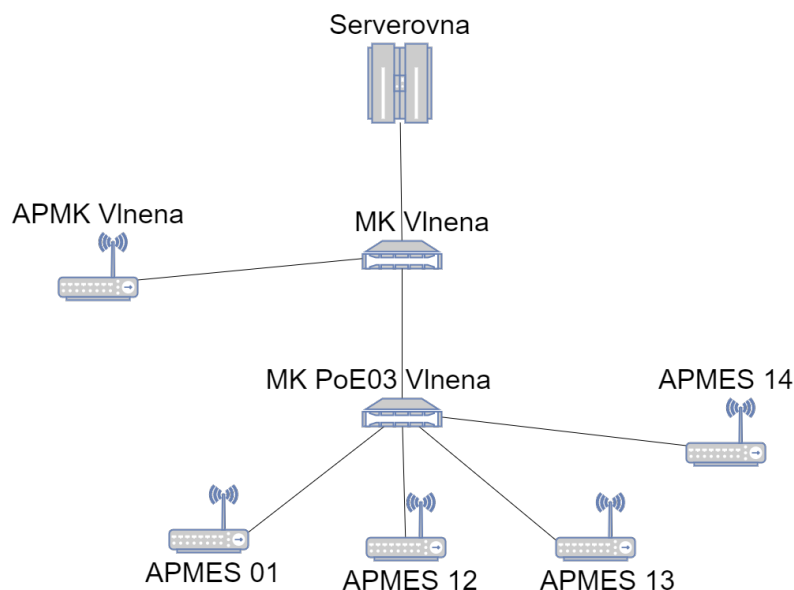


Obr. 3.2: Datový rozvaděč DR5 (umístění: Moulding)



Obr. 3.3: Datový rozvaděč DR11 (umístění: sklad Sebranice)

Všechny spoje jsou koncipovány na přenosovou rychlost 1 Gbit/s, výjimku tvoří pouze spoj z centrálního routeru k agregačním switchům serverům, ty využívají optické moduly SFP+ s rychlostí 10 Gbit/s a uplink hlavního agregačního switchu *PC Optical*, kde je zavedena agregace dvou linek, čímž je dosažena přenosová rychlost 2 Gbit/s.



Obr. 3.4: Datový rozvaděč DR Vlněna (umístění: sklad Svitávka)

3.2 Mapa pokrytí WiFi

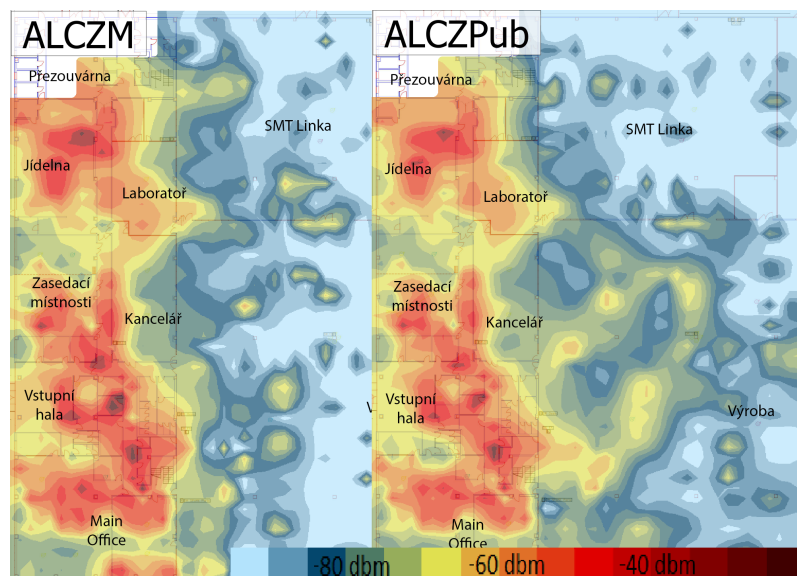
Jedinými segmenty sítě, nepostihnutými změnami konfigurace ze začátku roku, zůstaly segmenty bezdrátových sítí. Vytvořená mapa pokrytí tedy odpovídá i současnému stavu.

Dohromady bylo v prostorech areálu v Sebranicích zjištěno sedm WiFi sítí, přičemž o čtyřech, ALCZM, ALCZPUB, *WiFi Office* (WiFi Data 02) a *WiFi Critical* (WiFi Data 04), bylo informováno před měřením. Jejich mapy jsou na obrázcích 3.5, 3.6 a 3.7. Jak je z map vidět, ALCZM, ALCZPUB sdílí stejné AP a tudíž je jejich pokrytí téměř identické. WiFi Data 02 oproti předpokladu pokrývá celý areál, stejně tak i WiFi Data 04, která ovšem vynechává oblasti v západní části areálu.

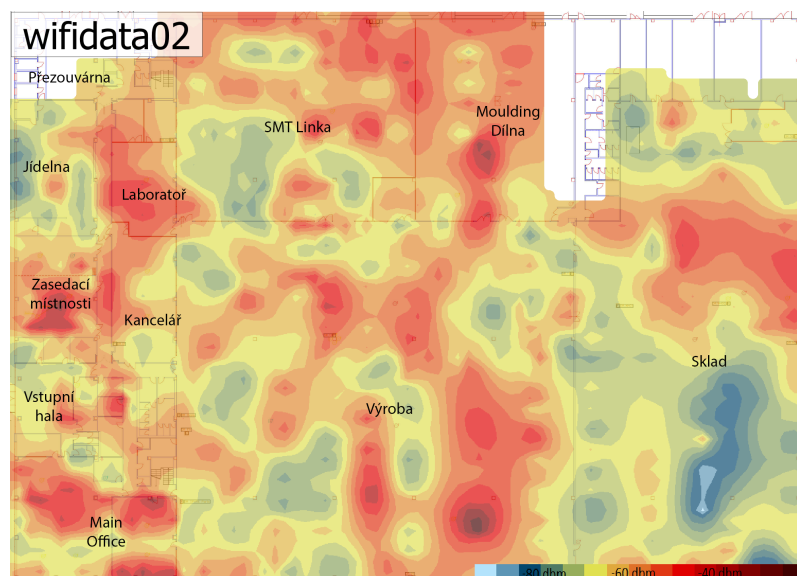
Další dvě bezdrátové sítě, jenž byly při mapování objeveny, patří také do konfigurace místních sítí, kde síť *DT24* je experimentální síť stejně jako ALCZM, která je situována pro prostory *Chráněné dílny* nacházející se v 1. poschodí. Mapa pokrytí všech sítí na 1. poschodí je vidět na obrázku 3.8

Síť *BO_Octoprint* byla po konzultaci s IT oddělením přiřazena síťovým tiskárnám dovolující tisk při připojení do jejich bezdrátové sítě.

Poslední objevená síť patřila tiskárně Brother umístěné v kantýně. Tu provozuje firma zajišťující obědy a nespadá tak pod správu IT oddělení. Jelikož byla tiskárna ponechána v defaultním nastavení, zůstal zapnutý i WiFi adaptér a shodou okolností pracoval na stejné kanále, jako síť *WiFi Office*. Na obrázku 3.10, je zřetelně vidět lalok táhnoucí se chodbou mezi jídelnou a laboratoří. Síla signálu v těchto místech byla na úrovni kolem -25 dBm, což v porovnání se silou signálu u *WiFi Office*, který



Obr. 3.5: Mapa pokrytí u WiFi ALCZM a ALCZPUB

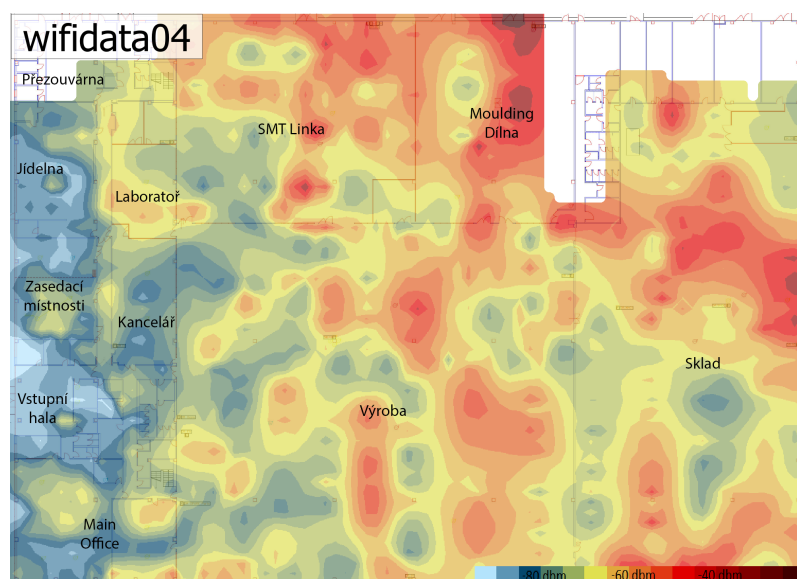


Obr. 3.6: Mapa pokrytí u WiFi Office

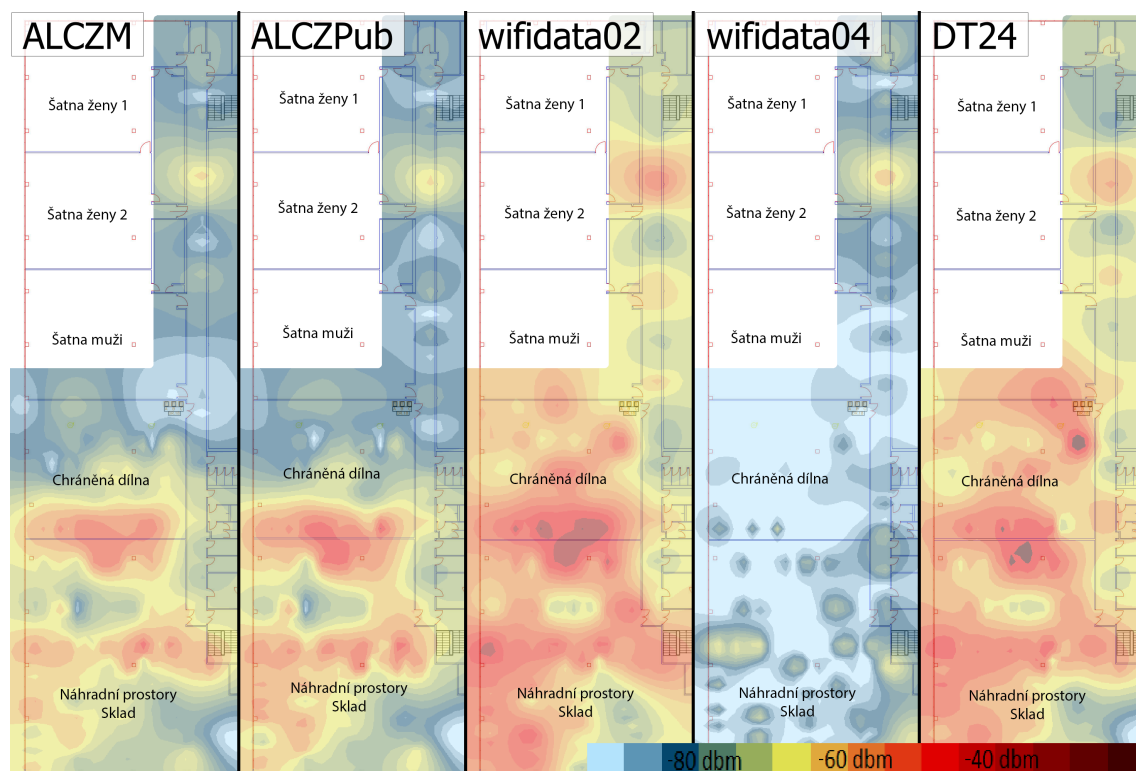
se pohyb na hodnotách -50 dBm způsobovalo občasné odpojování nebo znatelné snížení přenosové rychlosti.

3.3 Naměřené vlastnosti sítě

Pro toto měření byl monitorovací systém nakonfigurován tak, aby udržoval první 2 hodiny průměrované hodnoty z 30 vteřinových intervalů, proto jsou konečné hodnoty grafů jakoby rozmazané. Po prvních dvou hodinách přepočítával systém bodo-



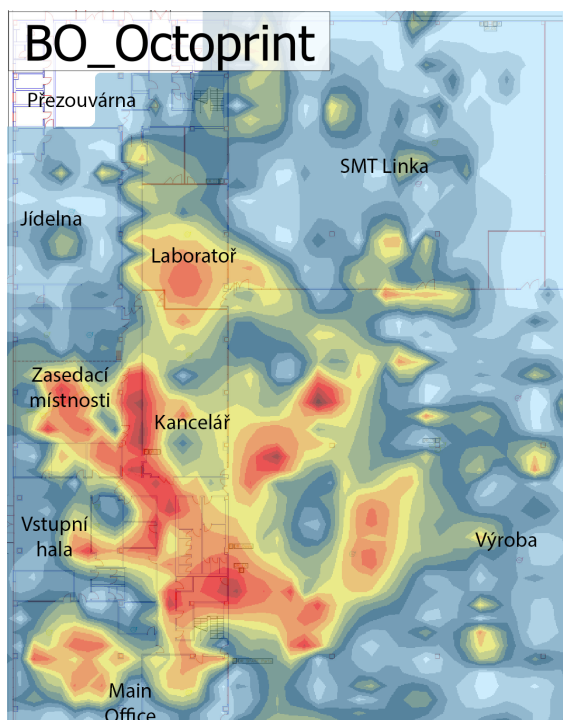
Obr. 3.7: Mapa pokrytí u WiFi Critical



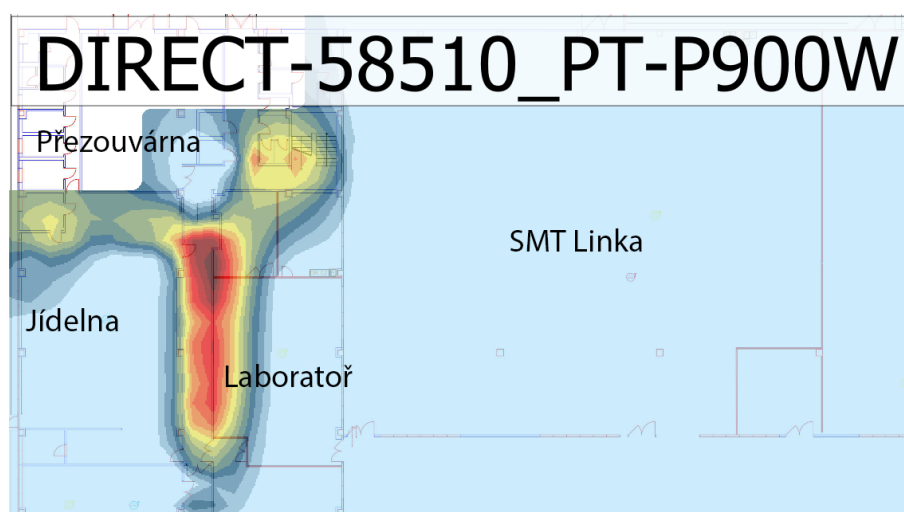
Obr. 3.8: Mapa pokrytí všech sítí na 1. poschodí

vou hodnotu v grafu z desetiminutového intervalu, kterou udržuje podobu následujících 7 dní. Po sedmi dnech se bodová hodnota dopočítala z hodinového intervalu.

Latence jednotlivých zařízení a serverů se pohybovala od 10 ms po 100 ms v závislosti na umístění v síti a množství provozu, které obsluhovalo, během dne ovšem



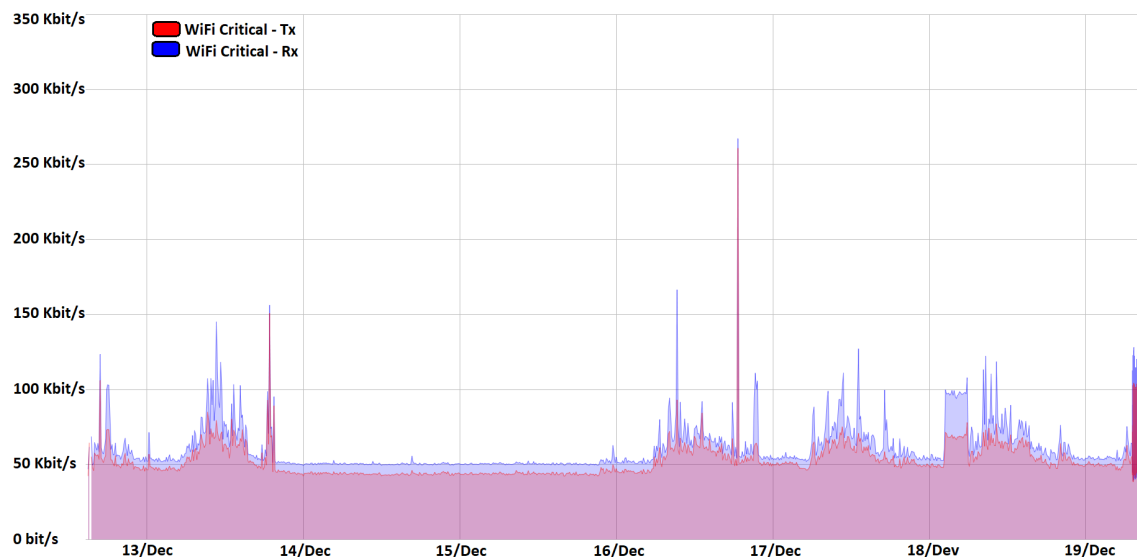
Obr. 3.9: Mapa pokrytí u WiFi tiskáren



Obr. 3.10: Nepožadovaná síť tiskárny Brother

docházelo k občasným výkyvům, kdy zařízení odpovědělo až po 700 ms či více.

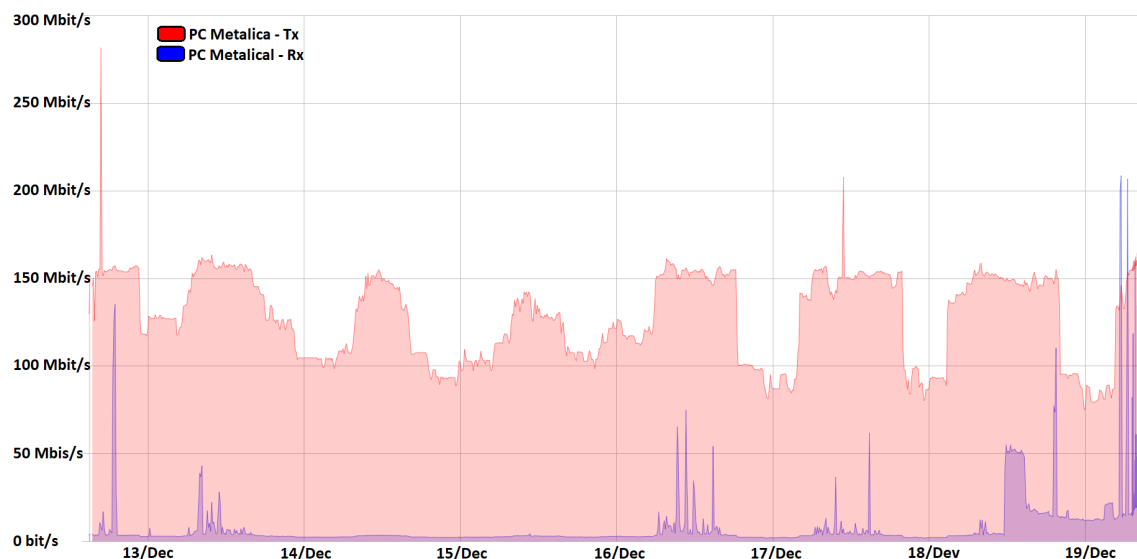
Hodnoty datového toku jednotlivých segmentů vykazovali značnou rozdílnost. Překvapivě nízké hodnoty byly naměřeny u *WiFi Critical* pro provoz směřující z a do centrálního routeru. Graf 3.11, zobrazující hodnoty deseti minutových intervalů ukazuje vytížení linky pouze 50-80 kbit/s. Tyto hodnoty naznačují, že síť je po většinu času nevyužívaná a vzniklý provoz budou pravděpodobně jen servisní informace.



Obr. 3.11: Upload a Download pro přepínač WiFi Critical

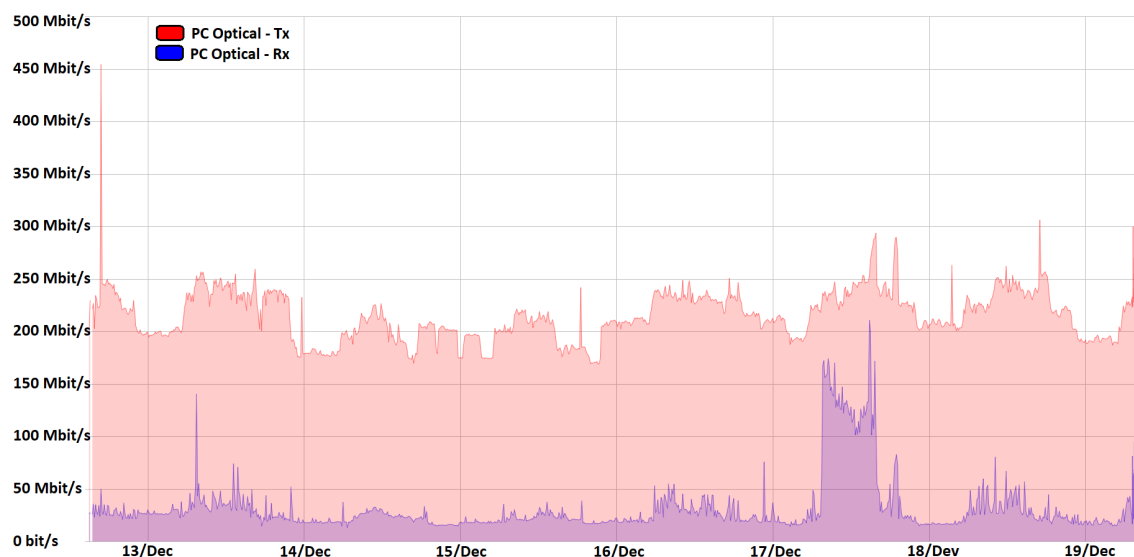
Pravým opakem byly switche *PC Metalical* graf 3.12 a *PC Optical* graf 3.13, kde se průměrné hodnoty uploadu pohybovaly v rozmezí 100-150 Mbit/s, respektive 200-250 Mbit/s. Menší hodnoty odpovídá nočním hodinám, naopak vyšší z hodnot byla naměřena během pracovní doby.

Vysoké hodnoty datového toku i v nočních hodinách byly výsledkem 24 hodinového provozu.



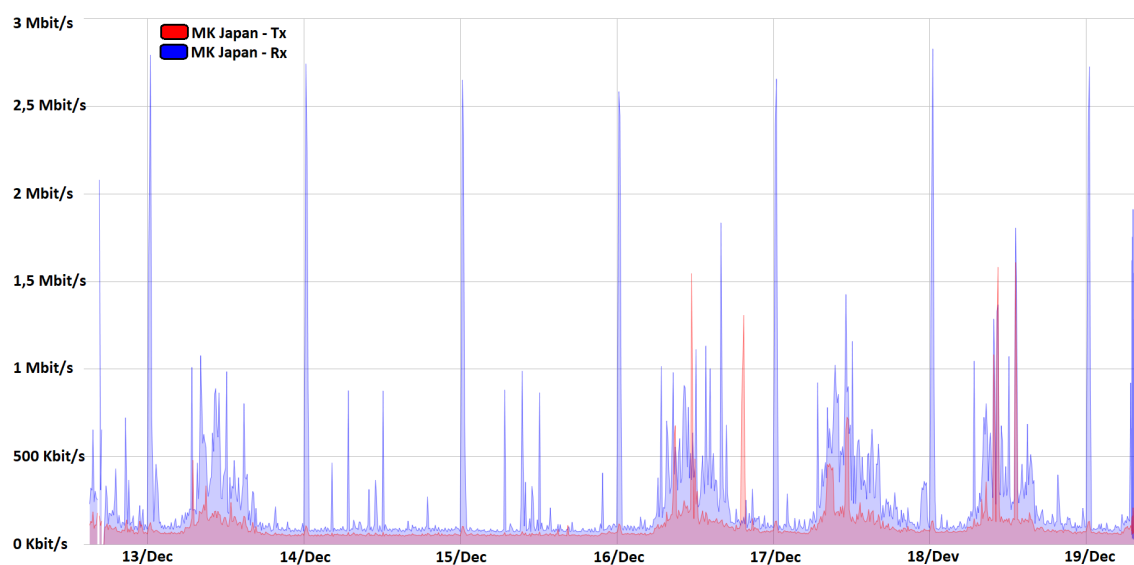
Obr. 3.12: Upload a Download pro přepínač PC Metalical

U *MK Japan* graf 3.14 se každý den o půlnoci objevoval datový tok směrem ze sítě, který přibližně na půl hodiny vytížil linku na její maximální propustnost



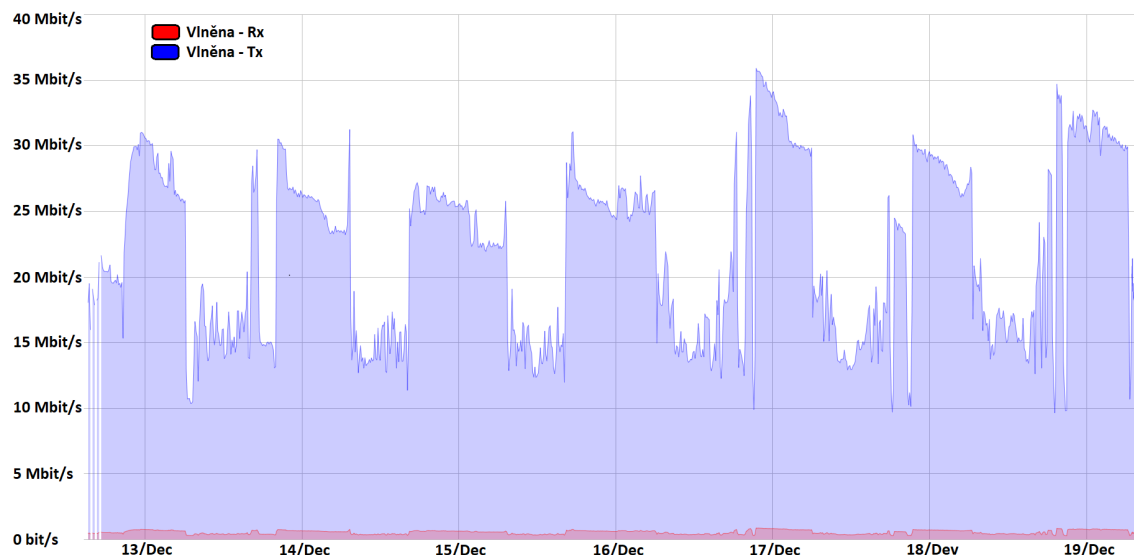
Obr. 3.13: Upload a Download pro přepínač PC Optical

3 Mbit/s. Po prohledání dat bylo zjištěno, že příčina toho provozu je s největší pravděpodobností synchronizace s nadřazeným doménovým serverem, která je fyzicky umístěná v německé pobočce společnosti Alps.



Obr. 3.14: Upload a Download pro směrovač MK Japan

Vysoký datový tok, který přichází přes mikrovlnný spoj ze skladu Vlněny graf 3.15 byl připsán živému přenosu kamerového záznamu, který je směrován na Vrátnici, kde je spolu s dalšími záznamy z obou areálů zobrazován. Noční zvýšení odchodného datového toku z areálu ve Svitávce souvisí se součtem většího počtu živých kamerových záznamů a záloze záznamů z aktuálního dne.

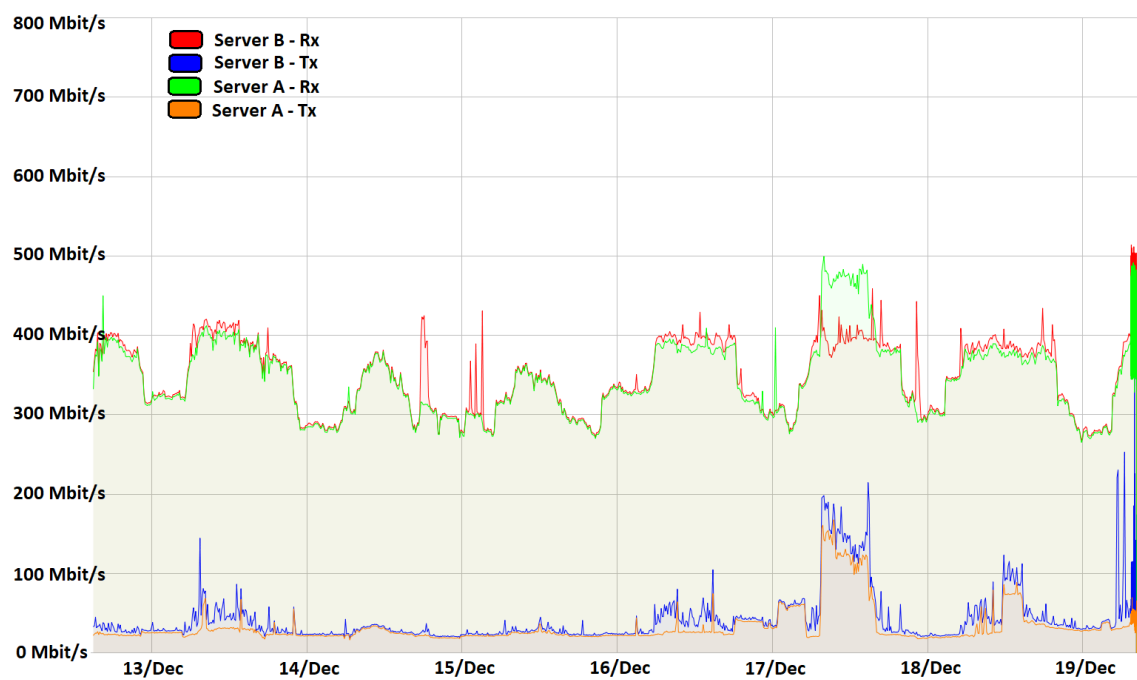


Obr. 3.15: Upload a Download pro datový rozvaděč Vlněna

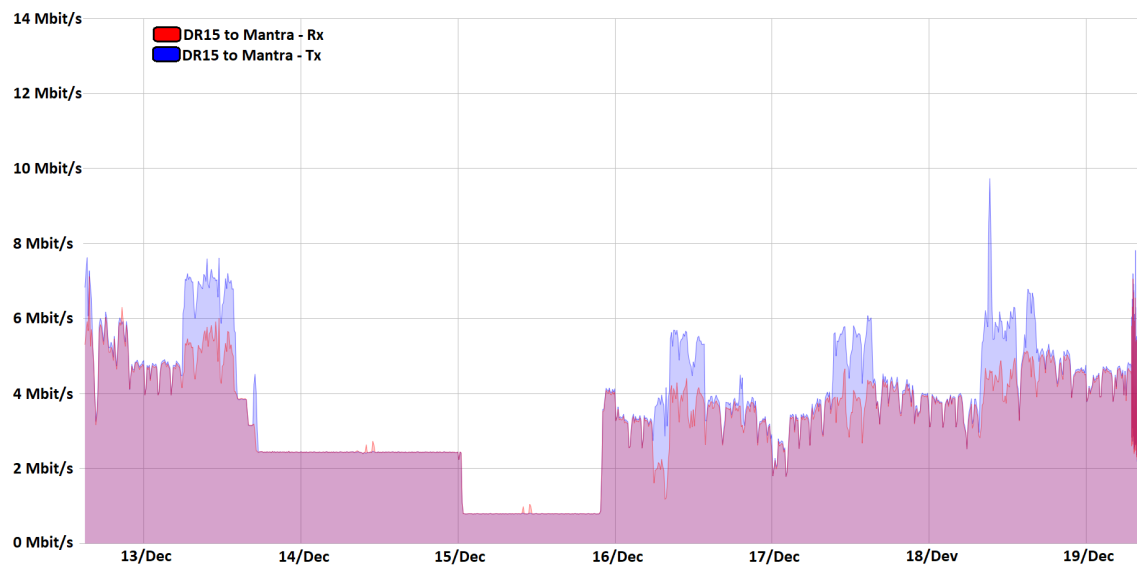
Jelikož je většina dat generovaných v síti posílána na servery, jsou switche *Server A* a *Server B* jako jediní, propojení 10 Gbit linkou, a to jak mezi sebou, tak i mezi switchem *Server B* a centrálním routerem *MK Hlavní*. Protože jsou tyto switchy zapojeny za sebou, byla nasnadě otázka, jak velké množství provozu je určeno switchy *Server A* a kolik switchy *Server B*. V grafu 3.16 jsou tedy proloženy naměřené hodnoty z uplinkových portů obou přepínačů. Zde je patrné, že rozdíl objemu dat pro *Server B* (červená barva) je oproti *Server A* (zelená barva) velmi malý. Nastala tedy situace, kdy většina datového provozu byla určena přepínači *Server A*, což znamenalo, zbytečný přenos velkého objemu dat skrz switch *Server B*.

Jediná zvláštnost během měření nastala u měření segmentu sítě *Mantra* na uplinku z datového rozvaděče DR15. Během víkendu totiž výroba stála. I přes to graf 3.17 ukazoval průměrný, téměř konstantní, datový tok v průběhu soboty lehce přes 2 Mbit/s a v neděli přibližně 0,8 Mbit/s. Takto konstantních hodnot lze dosáhnout pouze pomocí periodicky opakujícím se datovému toku, což se následující týden potvrdilo.

Tento provoz způsobovaly pravidelným vysílání broadcastových rámců zařízení Mantrabox. Obsah přenášených dat nebylo možné zjistit. Navíc nebyl nalezen ani důvod náhlého propadu vysílaného objemu dat o půlnoci ze soboty na neděli. Od začátku pracovního týdne je navíc patrný opětovný nárůst konstantní složky provozu, který přes víkend opět klesl. Zdá se tedy, že u zařízení dochází k jakési kumulaci nevyřízených požadavků na příjem/vysílání, jenž pak zvyšují provoz na síti.



Obr. 3.16: Porovnání Upload a Download přepínačů Server A a Server B



Obr. 3.17: Upload a Download z rozvaděče DR15 do centrálního přepínače Mantra

4 Návrhy na optimalizaci

Všechny návrhy na optimalizace vycházejí z naměřených dat a informací získaných z komunikace s pracovníky IT oddělení.

4.1 Vytíženost hlavního spoje *PC Optical - MK Hlavní*

Na začátku roku došlo ke změně rozložení kanceláří, to lehce ovlivnilo rozložení zátěže. Část kanceláří bylo nahrazeno rozšířenou laboratoří a přibližně 27 zaměstnanců bylo přesunuto do *Main Office*, čím část zátěže přešlo ze segmentu *PC Optical* pod segment *PC Metalical*.

Tento přesun zátěže tak mírně odlehčil vytíženosti linky *PC Optical - MK Hlavní*, kde se běžně dosahovalo špičkového zatížení až 1,7 Gbit/s, tedy přibližně 80% maximální přenosové kapacity, kterou tvoří agregace dvou linek s rychlostmi 1 Gbit/s.

Upgrade této linky na 10 Gbit/s ale neumožňuje aktuálně použitý router *MK Hlavní*, který podporuje pouze jeden *Small Form-factor Pluggable o rychlosti 10 Gbit/s* (SFP+) port, ten je vyhrazen pro připojení switchů obsluhujících servery.

Vhodným řešením by bylo vyměnění zařízení za výkonnější router od společnosti Mikrotik, který firma vlastní. Muselo by tak dojít k nákupu zařízení mající podporu 12 portů, přičemž minimálně 2 porty by musely podporovat přenosovou kapacitu 10 Gbit/s, čímž by zůstalo zachováno aktuální zapojení sítě.

Druhým řešením, které by připadalo v úvahu je nahrazení routeru *MK Hlavní* výkonnějším typem společnosti Mikrotik, který firma vlastní, konkrétně jde o typ *CCR1072-1G-8S+*, ten ale disponuje pouze 8 porty SFP+, které nedostačují aktuální potřebě, a následné sloučení málo vytížených segmentů sítě a nakonfigurování *Virtual LAN* (VLAN).

Druhého řešení by šlo dosáhnout sloučením segmentů *WiFi Critical a Mantra* a odpojením záložního spojení na switch *Server B*. Sloučení segmentu je možné z důvodu jejich nízkých vytížení, navíc jsou oba segmenty využity pro výrobu, takže výroba zůstane nadále oddělena od zbytku sítě. Odpojení záložního spoje je značně diskutabilní, ale aktuální situace stále vyžaduje manuální zásah do konfigurace, kdy je na obou stranách potřeba povolit tento port.

4.2 Standardizace

Jedním z problémů nepřehlednosti zapojení je způsoben chybějícími firemními pravidly pro sjednocené zapojování síťových prvků. To se týká hlavně switchů umístěných ve výrobě a některých zařízení v datových rozvaděcích. Vytvoření pravidel by se nemělo týkat jen zapojování zařízení, ale i řazení segmentů v datových rozvaděcích.

4.2.1 Pravidla pro datové rozvaděče

V datových rozvaděčích je v současné době na nejvrchnější pozici umístěna optická vana, kam jsou přiveden optický kabel ze serverovny se čtyřmi vlákny. Vlákna jsou očíslována 1-4. Toto očíslování slouží k nalezení správných vláken mezi datovým rozvaděčem a serverovnou. Toto číslování by mohlo pro zpřehlednění být navázáno na čtyři hlavní segmenty, tedy *PC Optical*, *WiFi Office*, *Mantra* a *WiFi Critical*.

Následující pozice jsou vyhrazeny patch panelům, pod kterými jsou v různém pořadí umístěny používané segmenty sítě. Zde by mohlo být využito řazení zobrazené v tabulce 4.1.

Pozice	Segment
1.	Optická vana
2.	Patch panely
3.	PC Optical
4.	Mantra
5.	WiFi Office
6.	WiFi Critical

Tab. 4.1: Návrh rozmístění segmentů v datových rozvaděčích

4.2.2 Pravidla pro zapojování síťových zařízení

Nepsaným pravidlem, které i v této síti částečně dodržováno, je vyhrazení posledního portu zařízení jako uplinkového portu. Dodržení tohoto pravidla by opět zlepšilo orientaci v zapojení.

pravidla přiřazení portů v případě nakonfigurování VLAN bude ponecháno na IT oddělením.

4.2.3 Rozšíření datových rozvaděčů

Pokud budou nasazeny standardy v plném rozsahu, bude muset dojít i k výměně některých skříní datových rozvaděčů za větší. Jedná se o rozvaděče *DR14*, *DR1* a *DR2*. V zbylých případech by stačilo zaměnit aktuálně používaná zařízení za více-portová, čímž by se navýšila kapacita přípojek. To se týká hlavně *DRHW02*, což je podrozvaděč *DR11*, kde jsou aktuálně plně využity dva osmiportové switche.

4.3 WLAN

U bezdrátových sítí bude nutné dokrýt střední sekci skladu, kde je signál aktuálně velmi slabý. Zbytek areálu je pokryt uspokojivě. V tomto směru tak není potřeba provádět žádné změny.

Aby se zabránilo výpadkům v okolí chodby u kantýny, bude třeba vypnout AP tiskárny Brother zmíněné v předchozí kapitole.

4.4 VLAN

Momentální nastavení sítě dovoluje kterémukoli zařízení komunikace s jakýmkoliv dalším zařízením. Dochází tak k značnému narušení bezpečnosti. Navíc jsou v síti zařízení, jenž rozesílají broadcastové rámce, které zvyšují zatížení celé sítě. Řešení poskytuje využití *Virtual LAN* (VLAN).

Současné zapojení vyžaduje přiřadit VLAN každému segmentu sítě. Tím by se oddělila komunikace více segmentů zapojených do jednoho switchu. Virtuální rozdělení provozu by mělo nastat i u MantraBoxů, to by vedlo ke snížení zátěže sítě v důsledku menšího dosahu vysílaných broadcastových rámců.

Samostatná VLAN by měla být přiřazena i kamerovému systému. Ne tak z důvodu bezpečnostního, ale spíše možnosti lepšího řízení generovaného provozu. Každá z kamer generuje provoz odpovídající přenosu videa s rozlišením 720p přenášený skrz segment *PC Optical* a *PC Metalical*. Využití VLAN by tak usnadnilo prioritizaci kritického provozu.

4.5 Konfigurace monitorovacího systému

Nutnost urychlého nasazení monitorovacího systému neumožnilo jeho detailní na-konfigurování, které tedy zůstává v plánu dokončit s nasazením webu. Mezi hlavní body, které jsou nutné dodělat patří ucelení síťové mapy serverů. V tomto kroku spočívá dokonfigurování nových sond pro služby, které servery poskytují, jejich nasazení a úprava intervalů zjišťování dostupnosti těchto služeb.

Dalším podstatným krokem je doplnění zbývajících zařízení, která ještě nejsou zavedena v systému, to se týká hlavně přístupových bodů všech bezdrátových sítí a celková úprava intervalů sledování dostupnosti služeb.

Se zaváděním webu a možnosti vytváření ticketů pomocí emailu bude potřebné dokonfigurovat i odpovídající oznamování chyb, které tyto služby budou vyžadovat.

5 Dohledový systém

Jedním z požadavků při optimalizaci bylo nainstalovat a nakonfigurovat dohledový systém. Jelikož síť byla základním monitorováním serverů již vybavena, bylo nutno najít dohledový systém primárně zaměřený na monitorování síťových prvků a celoplošnou kontrolu přenášených dat, který by zefektivnil práci IT oddělení v případě potřeby rychlé reakce na nastalou nouzovou situaci.

Dnešní trh nabízí širokou škálu monitorovacích systémů jak v placené, tak neplacené verzi. Tyto monitorovací systémy zobrazují nasbíraná data primárně v grafech a tabulkách, což je velmi výhodné pro sledování činnosti serverů nebo při sledování odchozího a příchozího provozu. Ovšem na sledování chování sítě a jejích prvků se mnohem více hodí rozložení pomocí síťové mapy.

Z funkčního hlediska bývají systémy rozděleny na serverovou a klientskou část, kde serverová část často běží na virtuální nebo vyhrazeném serveru, k němuž je možné se připojit nejčastěji přes webové rozhraní, případně přes aplikaci. Nevýhoda běhu na virtuálním serveru je v našem případě ta, že by se tento systém nacházel na vzdálenější větvi celé sítě, kdy v případě výpadku větve, ke které by byl připojen, se ztratí informace o zbytku sítě. V případě využití samostatného serveru je tedy vhodné tento server připojit co nejbližší centru sítě. [11]

5.1 Výběr systému

Prvním z kandidátů byl systém *Opsview*, jenž nabízí ve verzi free základní správu a dohled, ale je omezen pouze na malý počet zařízení. Jinak obsahuje o velmi intuitivní grafické rozhraní a dobrý přehled o síti. Druhým zkoušeným systémem byl *Zabbix*. Tento systém je zcela zdarma a podporuje velké množství platforem jak na lokální servery, tak pro cloudové nasazení. Výhodou je velký rozsah konfigurace zobrazení statistik a hlídání nespočtu služeb s možností využít již předdefinovaných šablon pro různé výrobce. Posledním systémem, který byl vyzkoušen, byl *The Dude*. Stejně jako předchozí kandidát je zcela zdarma. Jelikož je vyvíjen společností MikroTik, jeho hlavní výhodou je možnost jej provozovat jak na fyzickém či virtuálním serveru, tak i na téměř jakémkoliv zařízení se systémem RouteOS.

Vybírání výsledného řešení bylo podmíněno několika kritérii. Hlavní kritérium, tedy že tento systém musí být zdarma, splňovali všichni kandidáti, ovšem již tady se ukázalo první znevýhodnění systému *opsview*, který nabízí ve verzi zdarma pouze omezenou konfiguraci a malý počet sledových zařízení. V potaz bylo nutné vzít i požadavek na jednoduchou rekonfiguraci systému, jelikož je několikrát do roka částečně změněno zapojení sítě ve výrobních prostorech. Zde vyhověly všechny systémy,

jelikož podporují proskenování síťového prostoru a umí pracovat s *Single Network Management Protokol* (SNMP). [12][13][14]

Nakonec vyhrála varianta s využitím systému *The DUDE*. Důvody výběru této varianty byly jednodušší konfigurace, i za cenu menšího množství výstupů, a možnost rychlé migrace celého systému na téměř jakékoliv jiné zařízení s RouterOS v síti. Navíc byla předchozí verze tohoto systému ve firmě již jednou využívána.

5.1.1 The DUDE

Jedná se o síťový monitorovací nástroj vyvíjený společností MikroTik. Tento nástroj je zdarma a je možné jej stáhnout přímo z webových stránek výrobce bez jakékoliv registrace.

Nástroj je dělen na serverovou a klientskou část. Kde serverové část obstarává monitoring sítě a udržuje databázi se zadanými prvky sítě. Klientská část obstarává přístup k serveru a umožňuje konfiguraci a správu dohledového systému.

Serverová část nástroje je dodávána v podobě balíčku a proto tento systém běží pouze pod operačním systémem *RouterOS*. Podporovanými architekturami pro běh systému jsou TILE, ARM, MMIPS. Aby mohli nástroj *The DUDE* využívat i uživatelé, jenž nedisponují Mikrotik zařízením nebo podporovanou architekturou, je možné nástroj nainstalovat i na RouterOS verzi x86 (Testovací verze určená pro počítače/servery) a *Cloud Hosted Router* (CHR).

Klientská část je zatím v podobě aplikace pouze pro systém Microsoft Windows, případně je možné využití webového rozhraní *Webfig* nebo aplikace *WinBox*. Ty ovšem nenabízí plné využití monitorovacího systému. [14]

5.1.2 Možnosti konfigurace

Základní entitou, do které se přidávají monitorovaná zařízení, je síťová mapa. Tu je možné naplnit zařízeními ručně, což obnáší zadání IP adresy, v případě zařízení Mikrotik i volitelné zadání přihlašovacích údajů, a následné doplnění podporovaných služeb, nebo je možné proces automatizovat pomocí proskenování zadaného síťového rozsahu, které, pokud je skenování takto nastaveno, provede vyhledání dostupných služeb, které zařízení poskytuje.

Dostupnost služeb kontrolují tzv. sondy. V podstatě jde o časovač, který v předem nastavených interval odešle dotaz na konkrétní socket a čeká na odpověď.

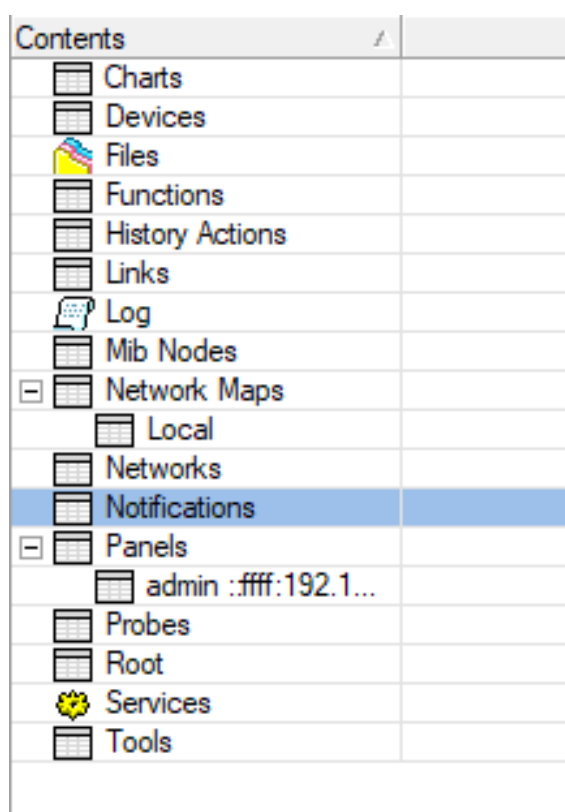
Několik standardních služeb (např. HTTP, FTP, ping, telnet, ...) již má v systému předdefinovanou sondu, kterou je možno upravit. V případě potřeby je možné doplnit seznam sond vlastními, které můžou být následně při automatickém skenování použity. Sondy neslouží jen k zjišťování dostupnosti služeb, ale i dostupnosti samotného zařízení, v podstatě se tedy kontroluje, zda zařízení odpoví na určitý typ

síťového dotazu, případně pokud se na zařízení nastaví i SNMP, jde pak pomocí *Management Information Base* (MIB) databáze, která je součástí The DUDE, zjistit další informace o samotném zařízení.

Jak často bude sonda využívána, jde nakonfigurovat od jednotlivé služby na každém zařízení zvlášť až po celý dohledový systém jako celek.

Propojení jednotlivých zařízení mezi sebou řeší linky, u nich je možné nakonfigurovat, o jaký spoj se jedná a jaké má parametry. To je následně možné využít v samotném zobrazení, kdy například při přiblížení k maximální datové propustnosti může linka změnit barvu.

Všechny výše popsané součásti je možno zobrazit v podobě seznamu. Výpis celého menu aplikace je možné vidět na obrázku 5.1



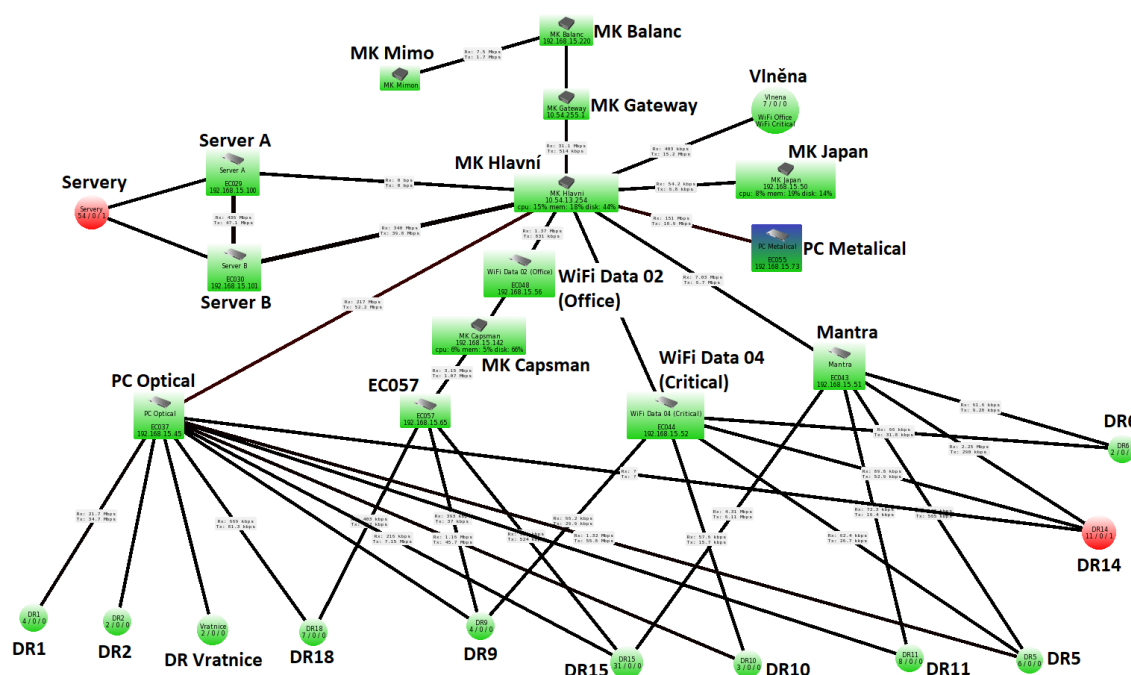
Obr. 5.1: Menu systému The DUDE

Kromě grafického upozornění, v podobě změny podbarvení zařízení v mapovém zobrazení, poskytuje aplikace i jiné možnosti, jak informovat správce o nastání chybového stavu. Z očekávaných lze jmenovat, odeslání emailu, uložení do lokálního logovacího souboru, případně odeslání na syslog server. Zajímavá funkce je určitě možnost převodu textu zprávy na řeč nebo vyskakovací okno, které se zobrazuje na popředí.

5.1.3 Aktuální nastavení

Serverová část systému aktuálně běží na samostatném zařízení MikroTik, konkrétně *CCR 1072-1G-8S+*, jenž je umístěn v serverovně. Aby byla zajištěna co nejpřímější cesta ke všem částem, je toto zařízení zapojeno přímo do směrovače *MK Hlavní*.

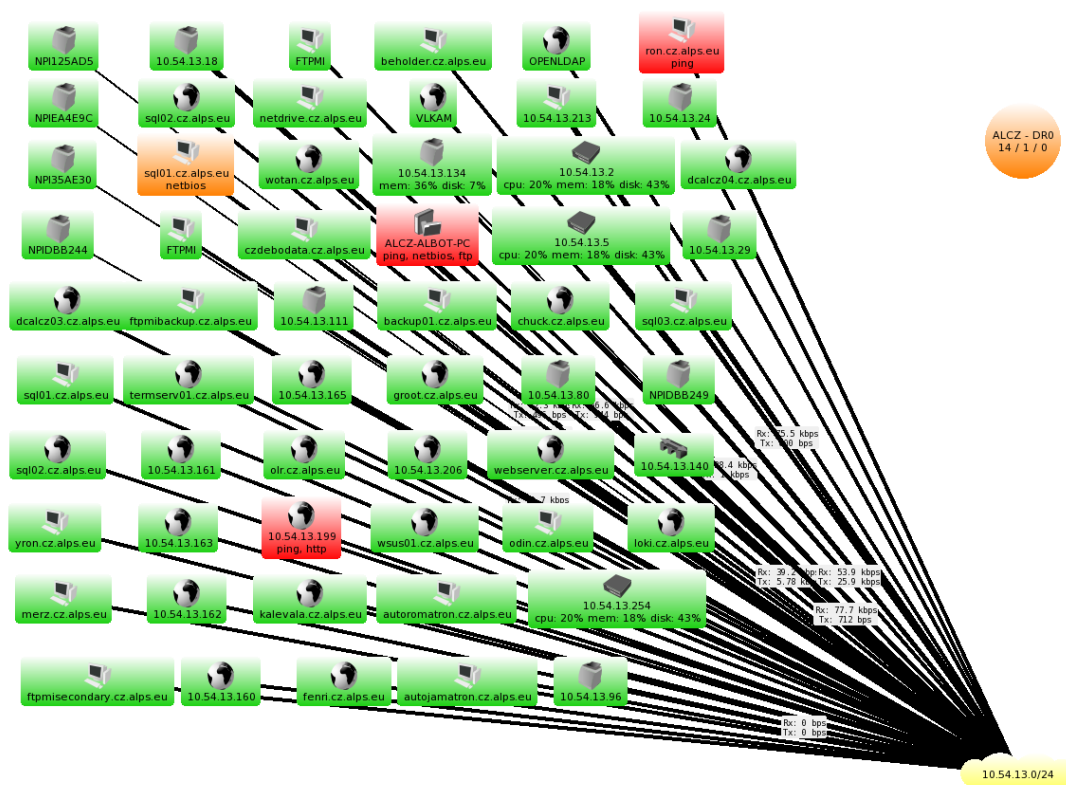
Z důvodu rozsáhlosti celé sítě bylo potřeba celou mapu rozdělit na menší části, aby došlo k zpřehlednění a lepší orientaci. Jako nejvhodnějším se ukázalo rozdělení na jednotlivé datové rozvaděče (DR <číslo>), kdy pro každý rozvaděč byla vytvořena nová síťová mapa. Hlavním rozvaděčem byl určen *DR0* (obrázek 5.2), kde se nachází většina centrálních prvků sítě. Zbylé rozvaděče jsou brány jako submapy s odkazem do centrální mapy. V žádné z map se nenachází koncová zařízení, jedi-



Obr. 5.2: Zobrazení zapojení DR0 (serverovna) v systému The DUDE

nou výjimku tvoří submapa *Servery* (obrázek 5.3). Jelikož by bylo přidávání serverů ručně příliš zdlouhavé, bylo provedeno automatickým scanem zatím a dále neupravováno, takže se na mapě mezi servery nachází například i síťové tiskárny, jenž využívají stejného rozsahu IP adres.

Síťové prvky byly již přidávány a konfigurovány ručně. Důvodem k tomuto kroku bylo ujištění se, že byly přidány všechny síťové prvky a také, jakékoliv zařízení společnosti MikroTik umožňuje zobrazit detailnější statistiky poté, co je aplikaci The DUDE umožněn vzdálený přístup, které ovšem není možné nakonfigurovat automaticky.



Obr. 5.3: Mapa adresního rozsahu 10.54.13.0/24 Servery a tiskárny

Kromě sondy monitorující, zdali je zařízení aktivní, je též sledována dostupnost webového rozhraní, které slouží ke konfiguraci, a u zařízení MikroTik navíc *RouterOS Management* umožňující připojení aplikaci *WinBox*. Aktivováním protokolu SNMP přibyla možnost sledování využití paměti a vytíženosti procesoru.

Časový interval, ve kterém je testována dostupnost jednotlivých služeb, byla ponechána v základním nastavení, tedy stejné pro všechny mapy, zařízení i služby. Délka tohoto intervalu je 30 vteřin. během této doby jsou jednotlivé sondy spouštěny v náhodných časech, aby se zabránilo špičkovému zahlcení sítě. Doba, od které je zařízení nebo služba považována za nedostupnou, je po uplynutí pěti po sobě jdoucích, desetivteřinových intervalů, během kterých není získána odpověď.

Po zjištění nedostupnosti, je toto zařízení nebo služba v dohledovém systému podbarvena červeně a je zobrazeno okno s podrobnějšími informacemi.

Další věcí, kterou bylo možno začít monitorovat po spuštění SNMP, je aktuální přenosová rychlost v obou směrech na jednotlivých portech většiny zařízení. Tyto informace jsou tedy možné zobrazit přímo u jednotlivých linek, což výrazně zlepší přehled o aktuálním dění na síti, obzvláště pokud jsou nastaveny maximální přenosové rychlosti jednotlivých linek, kdy po překročení hranice 50% vytížení začne linka postupně měnit barvu z černé na červenou.

6 Webové rozhraní

Hlavním požadavkem při optimalizaci sítě bylo vytvoření manažerského přehledu funkčnosti sítě. Ten by měl být přístupný pro všechny zaměstnance připojené do vnitřní části sítě. Jako nevhodnějším řešením se nakonec ukázalo vytvoření webu, shromažďujícího informace z monitorovacího systému a následné prezentace stavu sítě pro běžné uživatele.

Web byl dále rozšířen o databázi využívaných síťových zařízení se možností získat nejaktuálnější konfiguraci síťového prvku v případě jeho náhlé poruchy.

6.1 Webový server

Web běží na operačním systému *Xubuntu*, což je oficiální odnož linuxového operačního systému *Ubuntu* s grafickým prostředím *XForms Common Environment* (Xfce). Vyznačuje malými nároky na hardwarové prostředky a díky jádru Ubuntu zároveň širokou škálou dostupných aplikací. Kromě webu na serveru pracují ještě VSFTPd a syslog daemoni, kteří jsou v této kapitole také popsáni.

Základem celého webového rozhraní se stal mikroframework *Flask* běžícím na programovacím jazyce *Python*. V základu aplikace využívá pouze šablonového enginu *Jinja* a obsáhle *Web Server Gateway Interface* (WSGI) knihovny nástroje *Werkzeug*.

Samotná aplikace tak poskytuje pouze základní nástroje pro tvorbu jednoduchých statických webových stránek. Další schopnosti, jako jsou databáze, nebo uživatelské relace, je možné dodat pomocí rozšíření, ze značně rozsáhlého seznamu, poskytovanými jak samotnými vývojáři, tak početnou komunitou. Je tedy pouze na vývojáři, jaké součásti využije. [15].

Hlavním důvodem využití právě aplikace Flask byla, kromě výše zmíněných výhod, předchozí zkušenost autora textu s touto aplikací.

Rozšíření

Pro dostatečnou funkcionalitu webu, uspokojivý vzhled a požadavkům na zakomponování databáze, bylo potřeba doplnit aplikaci Flask několika rozšířeními. O úpravu grafické stránky se postaralo rozšíření známého grafického balíčku Bootstrap. Databáze byla postavena na jazyce SQL, resp. skrze pythonovský nástroj SQLAlchemy určeným pro Flask. Zbývá rozšíření se starají o funkcionalitu webu.

Seznam rozšíření:

- **Bootstrap** – Zakomponovává známý nástroj pro návrh a tvorbu grafické stránky webu. [16]

- **WTF** – Implementace *WTForms* pro Flask s podporou reCAPTCHA, *Cross-site request forgery* (CSRF) a dalších. Využito na vytváření formulářů. [17]
- **SQLAlchemy** – Rozšíření značně zjednodušující základní práci s SQLAlchemy v aplikaci Flask a poskytující předpřipravená výchozí nastavení. [18]
- **Migrate** – Převádí všechny možnosti nástroje Alembic (nástroj pro migraci SQLAlchemy) přímo do Flasku. [19]
- **Login** – Přináší podporu a správu relací, jako je možnost přihlášení/odhlášení a nebo zapamatování si přihlášeného uživatele. [20]
- **SocketIO** – Zpřístupňuje možnosti vytváření nízkolatenčního trvalého spojení mezi serverem a klientem. [21]

Very Secure FTP Daemon (VSFTPD)

Jedná se o *File Transfer Protocol* (FTP) server pro unixově zaměřené operační systémy. Jde o velmi jednoduchý nástroj, který bývá součástí instalací linuxových operačních systémů. Na webovém serveru slouží jako datové úložiště pro zálohování konfigurací běžících na jednotlivých síťových zařízeních. Jeho běh je nezávislý na běhu webu a lze na něj přistupovat i jinak než jen pomocí webu. Je tak možné z něj získat soubory i v případě chyby webu, což může být v krizových situacích výhodné. [22]

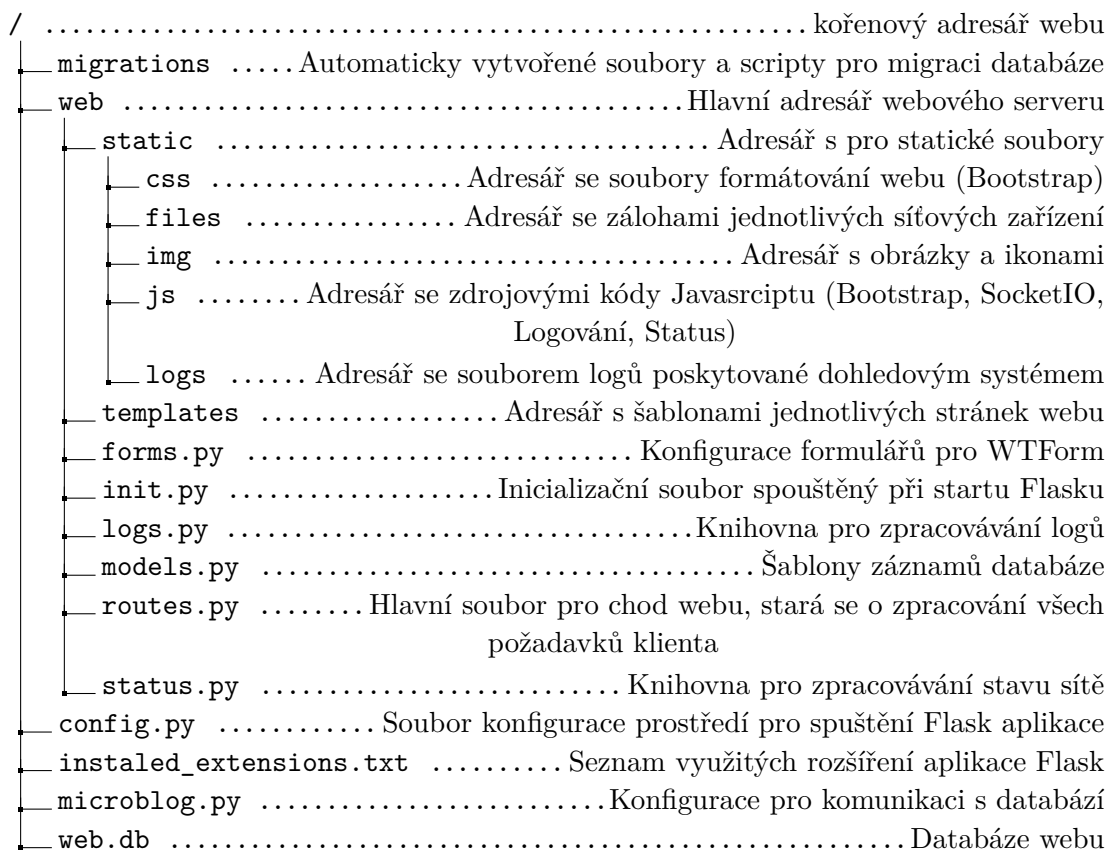
System Log (syslog)

V našem případě je syslog označení logovacího nástroje, který je součástí instalace operačního systému Xubuntu. Pro webový server jde o klíčovou aplikaci při získávání stavu sítě. Jeho úkolem je přijímat a ukládat logy odeslané monitorovacím systémem. Stejně jako VSFTPD je i syslog samostatně běžící aplikací nezávislá na funkčnosti webu. [23]

6.2 Struktura webu

V projektu je snaha udržet všechny soubory potřebné pro běh webu v jednom kořenovém adresáři (Stromový výpis je na obrázku 6.1). Výjimkou jsou konfigurační soubory systémových nástrojů *VSFTP* a *syslog*, změna jejich umístění je podmíněna zadáním parametru cesty ke konfiguraci při startu těchto aplikací.

Využití lokální databáze souvisí se zachováním funkčnosti i při ztrátě spojení s firemními servery kde měla být původně databáze uložena. Nejen že se pomocí ní ověřují přihlašující se uživatelé, ale jsou z ní získávány i záznamy využívaných síťových zařízení.



Obr. 6.1: Adresářová struktura webu

6.2.1 Databáze uživatelů

Při návrhu webu bylo počítáno s přístupem dvou typů uživatelů, běžného uživatele a zaměstnance IT oddělení. Množství informací, které se každému uživateli zobrazí závisí na tom, zdali je uživatel přihlášen a pokud ano, je-li uživatel administrátor, či nikoliv.

Záznam v tabulce uživatelů (obrázek 6.2) obsahuje identifikační číslo, uživatelské jméno, které musí být unikátní, jelikož se používá pro vyhledávání, 128 bitový hash hesla a booleovskou informaci, za-li je uživatel administrátor. Všechny pole záznamu jsou povinné.

6.2.2 Databáze zařízení

Tabulka zařízení je uložena v jedné databázi spolu s tabulkou uživatelů. Její šablona je na obrázku 6.3. Mezi povinné položky, kromě identifikátoru, patří *jméno zařízení*, u něj je opět podmíněna unikátnost z důvodu následného provázání se souborem zálohy konfigurace. Pak *IP adresa*, pro přístup na zařízení, *MAC adresa*, *umístění*, zde by měl být primárně určen datový rozvaděč, ale je samozřejmě na administrá-

Users	
id	int
username	string(64)
password_hash	string(128)
admin	boolean

Obr. 6.2: Šablona záznamu tabulky Uživatelů

torovi, jak umístění vyplní, a *inventární číslo*, to je trvale přiřazeno při zakoupení a v databázi je umístěno z důvodu efektivního dohledávání zařízení při inventurách.

Devices	
id	int
name	string(64)
type	string(64)
firmware	string(64)
ip	string(15)
mac	string(17)
serial_number	string(64)
place	string(64)
inventory_number	string(64)

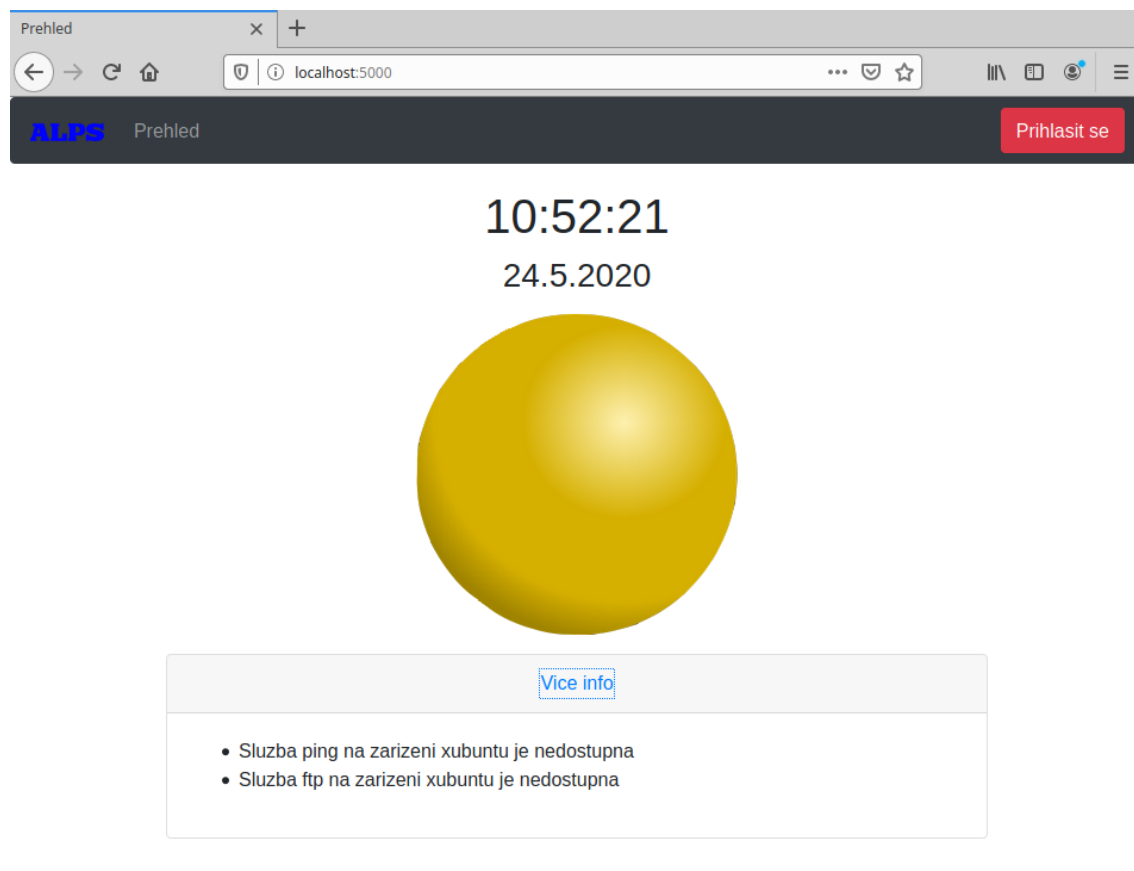
Obr. 6.3: Šablona záznamu tabulky Zařízení

Nepovinnými položkami jsou *typ zařízení*, *verze firmwaru*, *sériové číslo*. Pokud tyto položky nejsou vyplněny, mají ve výchozím stavu nastavenou pomlčku.

6.3 Popis webu

Vstupním bodem webu je jeho úvodní stránka. Její podoba je závislá na tom, zda-li je uživatel přihlášen nebo se jedná o anonymní přístup. Pokud uživatel není přihlá-

šen, je předpokládáno, že se jedná o běžného zaměstnance podniku a proto je mu zobrazen zjednodušený přehled stavu sítě, který je vidět na obrázku 6.4.



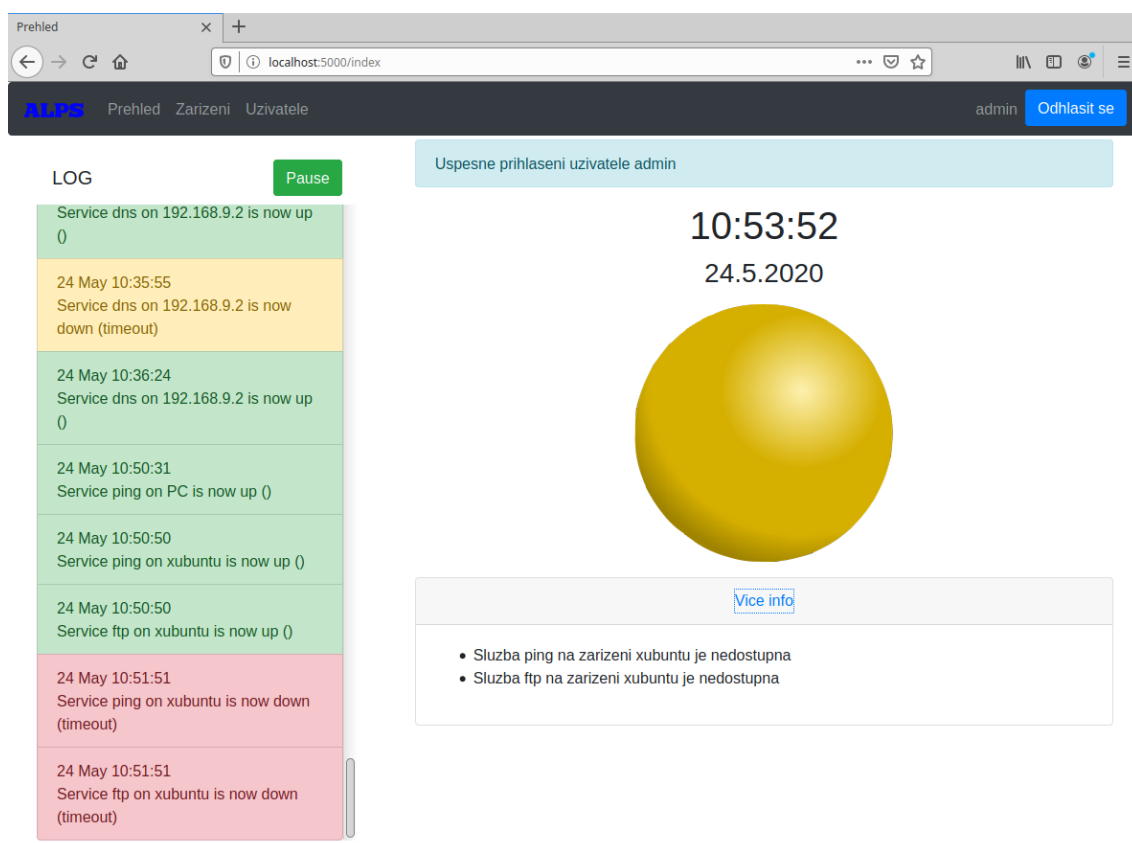
Obr. 6.4: Úvodní webová stránka anonymního uživatele

Středem celé stránky je *semafor* barevně rozlišující, kolik chyb se v síti nachází. Zajímají-li uživatele konkrétnější podrobnosti chyb v síti může si rozkliknout rolovací nabídku, kde jsou vypsány všechny chybové stavy ve zjednodušené podobě. Uvádějí pouze jméno zařízení a službu na které došlo k výpadku.

Nastavení barev současného stavu semaforu:

- **Zelená** – Nula chybových stavů
- **Žlutá** – Nula až tři chybové stavy
- **Červená** – Pět a více chybových stavů

Pokud se uživatel přihlásí, nebo se již přihlásil dříve a zatrhl volbu *Zapamatovat si mě*, je mu navíc zobrazen živý log a v menu přibudou nové záložky *Zařazení* a *Uživatelé* viz obrázek 6.5.



Obr. 6.5: Úvodní webová stránka přihlášeného uživatele

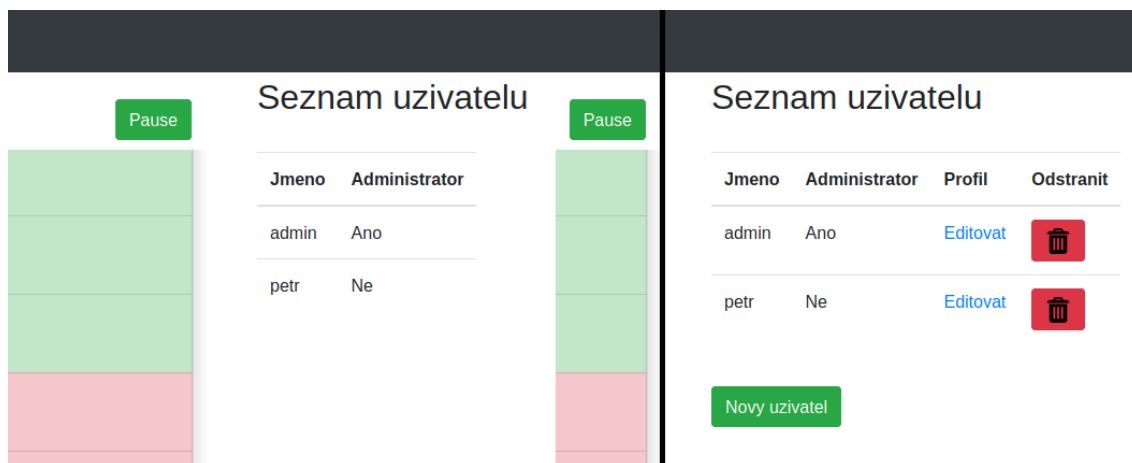
Záložky Uživatelé a Zařízení

Uživatelé jsou děleni podle jejich administrátorských práv. Běžný uživatel má práva pouze na prohlížení, je schopen si zobrazit jak seznam uživatelů (obrázek ??), kde vidí všechny uživatele i jejich práva. Na seznamu 6.7 zařízení je běžnému uživateli umožněno si případně stáhnout i zálohy jednotlivých zařízení.

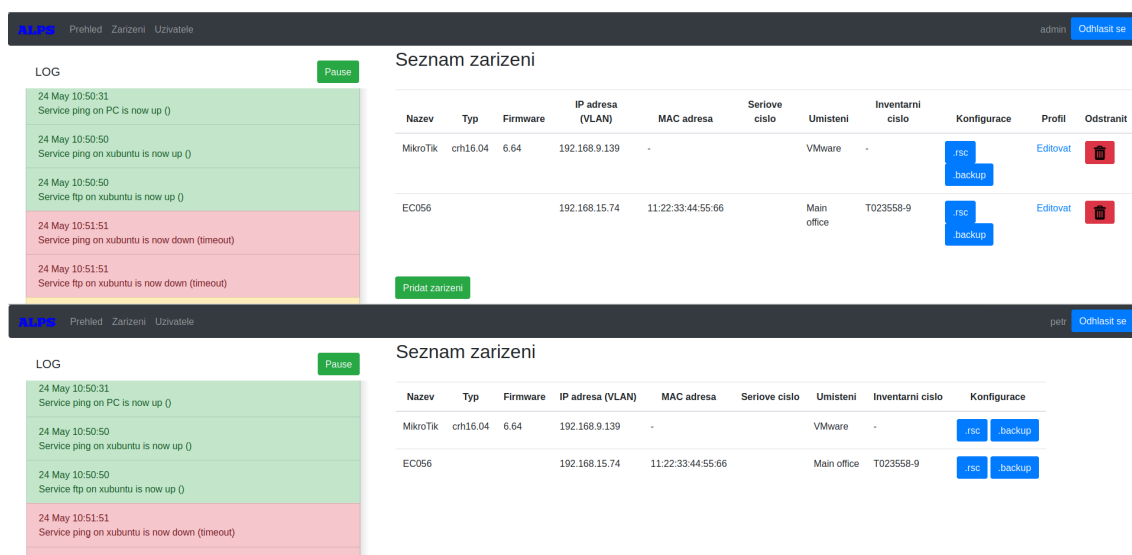
Jako administrátoři mohou uživatelé kromě prohlížení i vytvářet jiné uživatelské uživatelské účty, upravovat již vytvořené účty, přiřazovat nebo odebírat administrátorská práva, případně uživatelský účet smazat. Rozšíření jejich práv se týká i tabulky zařízení, kde získávají stejné pravomoce, jako u tabulky uživatelů.

6.3.1 Informace o síti

K získání aktuálních informací o síti běží na serveru syslog daemon, který je součástí základní instalace operačního systému. Při současné konfiguraci přijímá logovací zprávy přicházející po síti z určitého rozsahu IP adres a ukládá je do předem určeného souboru. Tyto zprávy zasílá monitorovací systém, který má nastavená z oznámení tak, aby v případě výpadku služby určitého zařízení došlo k odeslání logu na webový



Obr. 6.6: Seznam uživatelů z pohledu běžného uživatele (vlevo) a administrátora (vpravo)

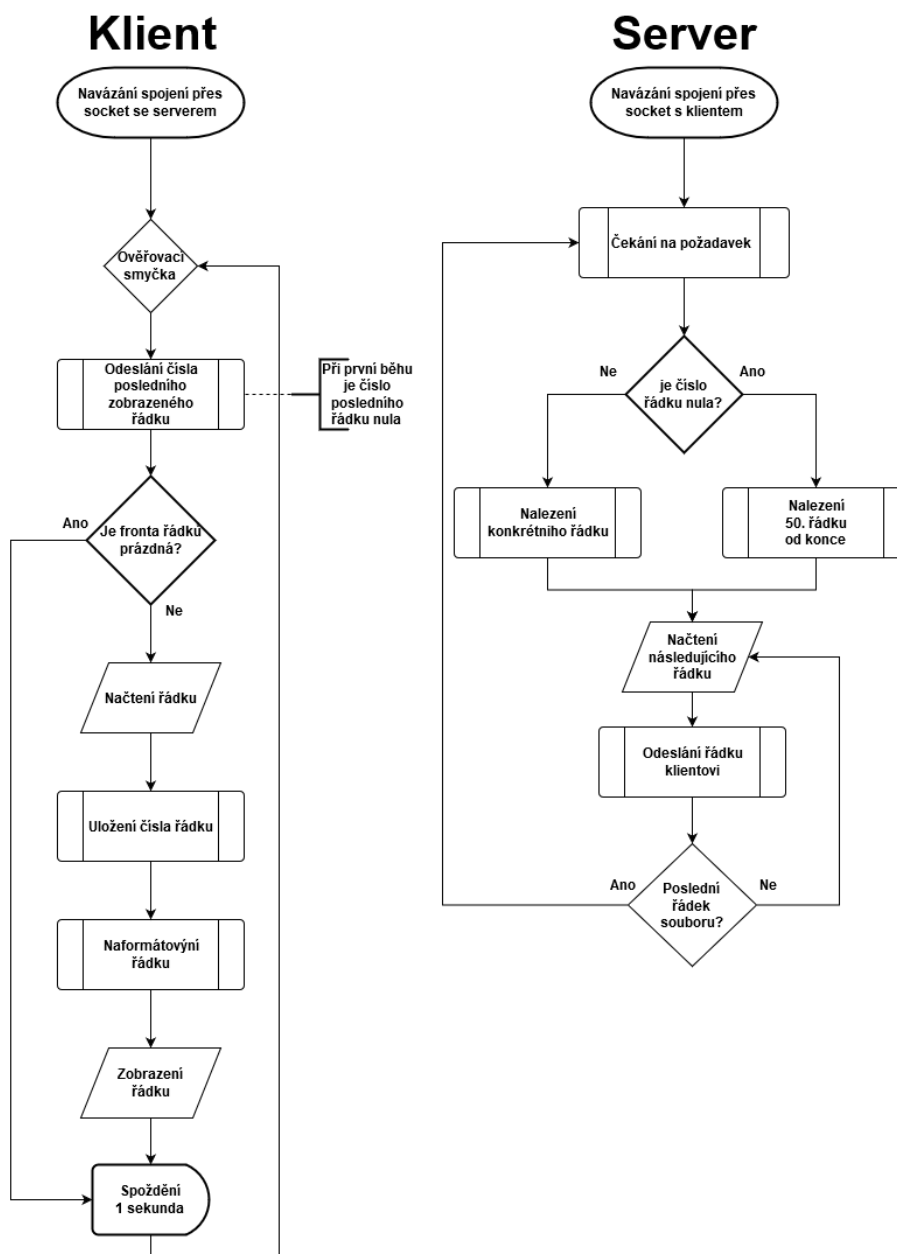


Obr. 6.7: Seznam zařízení z pohledu běžného uživatele (dole) a administrátora (nahore)

server.

Zobrazení takto přijatých logů si pak řeší každý webový prohlížeč sám periodicky se opakujícím dotazem s jediným parametrem, a to číslem posledního přijatého řádku. V případě, že server zjistí, že počet řádků v logovacím souboru je větší, než přijatý parametr, spustí obsluhu, která po jednom odešle všechny řádky od posledního zobrazeného řádku po aktuálně poslední řádek souboru. Zjednodušené schéma získávání informací je na obrázku ???. Finální řešení pracuje na principu akce spuštěné na výzvu přijatou přes socket.

Hlavní výhodou tohoto řešení je, že i při násilném odpojení klienta od sítě je



Obr. 6.8: Princip zobrazování příchozích logů

při obnově spojení možné stáhnout do té doby všechny záznamy i bez nutnosti načtení stránky. Samozřejmě pouze za předpokladu pokud nedojde vypršení timeoutu socketu.

6.3.2 Zálohování konfigurace síťových zařízení

Pro zálohu síťových zařízení se využívá předinstalovaného VSFTPD serveru. Jeho konfigurace dovoluje přístup i anonymních uživatelů. V našem případě, je ale nakonfigurován tak, aby se přihlašoval pod vytvořeným uživatelským účtem, který má

určenou root složku v adresářové struktuře webu, konkrétně `\web\static\files`.

Nahrávání souborů na vzdálený FTP server podporují oba výrobci (Edge-Core i Mikrotik) nasazených síťových zařízení. Předpoklad návrhu byl tedy takový, že na zařízení bude periodicky spouštěn script, jenž vytvoří lokální zálohu, kterou následně odešle na VSFTPd server. U *Mikrotik* zařízení podpora scritování umožňuje tento návrh aplikovat. Náhled scriptu 6.3.2.

Výpis 6.1: Zálohovací script Mikrotik

```
:local name value=[/system identity get name];
/system backup save name="$name.backup";
/export compact file=$name;
/tool fetch address=192.168.9.143 user=user password=user
    mode=ftp dst-path="$name.backup"
    src-path="$name.backup" upload=yes
/tool fetch address=192.168.9.143 user=user password=user
    mode=ftp dst-path="$name.rsc"
    src-path="$name.rsc" upload=yes
```

V případě zařízení *Edge-Core* tomu tak není, a je nutné provádět zálohu na server manuálně. Nemožnost automatického zálohování ovšem vyrovnává fakt, že u těchto zařízení dochází ke změně konfigurace velice výjimečně.

Aby bylo možné zálohu z webového serveru stáhnout, je potřeba vytvořit v databázi záznam pro konkrétní zařízení. Jediným požadavkem nutným ke spárování záznamu databáze a souboru zálohy je stejné jméno zařízení a název zálohy. Pokud je požadavek splněn, při zobrazení seznamu zařízení se u každého takového záznamu ukáže tlačítko pro stažení vytvořené zálohy.

7 Helpdesk

Firma Alps provozuje ve své síti, kromě jiných i nástroj *MagikHELPDESK* od společnosti Magikinfo, pomocí něhož poskytuje pro své zaměstnance ticketovací systém, centralizující správu a řízení požadavků nejen pro IT oddělení.

7.1 Vytváření požadavků

Zadávaní ticketů do systému je možno dvěma způsoby. První je skrz webové rozhraní, kdy je nutné se nejprve přihlásit. Druhou možností, jak vytvořit ticket, je odesláním emailu v konkrétním tvaru. Ten je software schopen zpracovat a vytvořit tak ticket automaticky.

Druhého způsobu využívá monitorovací systém The DUDE. Ten podporuje jako jeden z typů notifikace odeslání emailu o námi nadefinované struktuře na požadovanou adresu. Zde je tedy vytvořeno specifické oznámení, přiřazené kriticky důležitým zařízením. Takže v případě výpadu služby dojde k odeslání emailu a vytvoření ticketu. [24]

Jako subjekt emailu je použit název zařízení a nedostupné služba. Tělo emailu následně obsahuje detailnější popis chyby. Kromě specifikace samotné chyby, času, kdy k chybě došlo a IP adresy zařízení obsahuje email i informace o aktuálně dostupných službách, celkovém počtu předchozích chyb na tomto zařízení a jeho fyzického umístění.

Protože systém MagikInfo dokáže tickety pouze vytvářet, je nutné dodat, že v případě obnovení funkčnosti služby není ticket odstraněn, ale zůstává dále v systému.

7.2 Specifikace

Při nastavování tohoto způsobu oznamování poruch bylo potřeba brát v úvahu míru, od kdy je porucha systému nakolik vážná, případně jak často se opakuje, aby měl být v systému vytvořen požadavek na její vyřešení. Pokud půjde o chybu ohrožující chod sítě nebo fungování určitého oddělení, je nutná rychlá reakce, kterou zajistí monitorovací systém spolu s webem. Tento systém tedy bude více využit pro zaznamenání chyb a následných řešení, což následně půjde využít k lepšímu zhodnocení stavu sítě a nalezení kritických částí.

8 Nasazování

Nasazování jednotlivých částí je značně podmíněno velikostí omezení funkčnosti sítě. Pro doplnění pokrytí WiFi signálem nebo nasazení monitorovacího systému, či webu není funkčnost sítě omezena vůbec nebo jen s malým krátkodobým lokálním výpadem.

Nasazování VLAN se ovšem neobejde bez odstavení téměř celé sítě na několik desítek minut. To značně omezuje možnosti rychlého nasazení nebo jakékoliv změny.

8.1 Monitorovací systém

Před nasazením monitorovacího systému do sítě proběhlo jeho otestování na vytvořené experimentální síti. Spolu s testem schopností proběhlo i zhodnocení, jak moc bude síť ovlivněna v průběhu nasazování.

Nakonec bylo rozhodnuto nasadit monitorovací systém na samostatné zařízení z důvodu snížení rizika výpadku sítě na minimum. Tento krok následně umožnil jeho jednoduché přepojení na centrální směrovač *MK Hlavní*.

Při nasazování byl monitorovací systém nachystán primárně pro nadcházející měření dat, obsahoval pouze ty zařízení, u kterých bylo v plánu měření. To zahrnovalo celou přenosovou část. Zapojení sítě, bylo vzato z vytvoření mapy fyzického zapojení. Proto mohlo měření začít až po dokončení tohoto kroku.

Mapa serverů byla dodána až po měření, stejně tak se začaly doplňovat jednotlivé AP. Od začátku nasazení také došlo k výměně několika zařízení, takže musely být aktualizovány i tyto záznamy.

8.2 Optimalizace

Celkové vyhodnocení stavu sítě a navržené optimalizace musí být nejprve prezentovány vedení IT oddělení, které rozhodne o nasazení každé jednotlivé optimalizace. Předběžně však byl získán souhlas na odstranění chyb ve fyzickém zapojení, které bylo provedeno v průběhu státních svátků 28. října a 17. listopadu.

8.2.1 WiFi

Dokrytí zbylých míst je jedním z návrhů, pro které je nutné nejprve odprezentování dosažených výsledků a návrhu na optimalizaci, jelikož aktuální množství náhradních zařízení je vyhrazeno jako záloha v případě poruchy. Bude se tedy jednat o zakoupení dalších zařízení a objednání firmy pro její montáž.

8.2.2 VLAN

Zavedení VLAN v síti je hlavní optimalizací, plánovanou pro provedení v síti společnosti Alps. Před samotným odprezentováním byl zadán požadavek na nastínění plánu nasazení a názorné ukázkce, která měla ukázat různé typy konfigurace a složitost jejich nastavení na čtyřech nejčastěji využívaných zařízeních v síti.

Během předprezentační ukázky tak byly pracovníkům IT oddělení nastíněny konfigurace s využitím VLAN na všech portech zařízení a konfigurace s hybridními porty. Také byl pro první otestování v reální síti předvybrán kamerový systém.

8.3 Web

I přes jeho stálý vývoj je většina požadavků na web již splněna, mohlo tak dojít k prezentaci jeho schopnosti. Ukázka běhu probíhala ve virtuálním prostředí, v kterém je web vyvíjen. Kladný ohlas vedení znamenal pokračování do fáze nasazení v síti. V průběhu května tak bylo zažádáno o potřebný hardware s nainstalováním všech potřebných součástí pro běh serveru. Webový tak poběží na pro něj vyhrazeném hardwaru.

Server bude umístěn v serverovně a do sítě bude připojen skrze zařízení využívané pro monitorovací systém. Tím bude zajištěna jeho dostupnost i v případě výpadku značně velké části sítě.

8.4 Helpdesk

Po aktualizaci nástroje *MagikHELPDESK* proběhla krátká komunikace s technickou podporou společnosti *MagikINFO* pro správné nakonfigurování. Tento nástroj je tedy otestován a plně připraven na pro provoz. Pro jeho plné nasazení je tak třeba nastavit zasílání emailových upozornění na monitorovacím systému.

8.5 Následující práce

Prioritním úkolem je dokončení konfigurace monitorovacího systému, aby byl schopen poskytovat jak emailové upozornění pro helpdesk, tak následně i logování pro webový server. Zároveň je potřeba do monitorovacího systému přidat všechny zbylé zařízení a zpracovat mapu serverů.

Co se týká pokračujících prací na webu, zde je potřeba vyladit několik chyb a nedostatků. Primárním je v současnosti přepnutí stavu z horšího na lepší bez nutnosti aktualizování stránky. Tato chyba bude muset být vyřešena ještě před samotným nasazením do provozu.

S nasazováním VLAN bude muset být počkáno do nejbližšího státního svátku, či celozávodní dovolené, jelikož se bude muset během dne několikrát odstavit síť, což v případě výroby není možné. Zatím je vypracováván plán nasazení, kdy prvním systémem, kde budou VLAN nasazeny bude kamerový systém, následovat bude skladovací prostor Vlněny a poté zbytek sítě.

Závěr

Při optimalizaci podnikové sítě společnosti Alps Electric Czech bylo prvním bodem seznámení se se všemi částmi sítě. Tato sekce pokrývala vytvoření mapy fyzického zapojení, při které bylo zjištěny rozpory s informacemi získanými od zaměstnanců IT oddělení. Ty byly po konzultaci odstraněny a mohla tak být sestavena mapa, která se následně využila v monitorovacím systému. Společně s vytvářením mapy zapojení bylo zadáno sepsání seznam využívaných síťových zařízení. Mohly tak být vytvořeny podklady pro následné měření.

Měření probíhalo pro několik částí. Měřilo se vytížení jednotlivých segmentů sítě a zatížení síťových prvků. Následně bylo provedeno mapování pokrytí a síly signálu bezdrátových sítí s nádstavbou vyhledání možných nepovolených zařízení vytvářející vlastní bezdrátové sítě. Měření vytíženosti probíhalo pomocí monitorovacího systému *The DUDE*, který byl do sítě zrychleně nasazen v důsledku plánovaných měření. Mapování pokrytí bylo prováděno v době víkendu, kdy byl provoz v areálu minimální a bylo možné se dostat i mezi výrobní zařízení.

Výsledky měření spolu s poklady fyzického zapojení následně posloužily pro vyhotovení návrhů pro optimalizaci sítě. Hlavním prvkem optimalizace bylo určeno nasazení Virtual LAN (VLAN), které poskytnou větší možnosti při řízení datového toku a pomohou mírně zmenšit datový provoz. Navíc bylo doporučeno zakomponovat monitorovací systém k aktuálně využívaným nástrojům na správu počítačů pro snížení doby reakce IT oddělení na nastalé chyby, které se při provozu sítě objeví.

Kromě nasazení samotného monitorovacího systému *The DUDE* bylo nutné provázat tento systém s ticketovacím systémem *MagikHELPDEKS*, který firma využívá pro řízení a správu požadavků nejen IT oddělení. Po aktualizaci softwaru na nejnovější verzi umožňuje *MagikHELPDEKS* přidávání ticketů i pomocí přijatého emailu určité struktury. Tato vlastnost nakonec posloužila při provázání obou systémů, jelikož jedním ze způsobů oznamování, který *The DUDE* podporuje je skrze email.

Jedním z požadavků při optimalizaci sítě bylo vytvoření webového rozhraní informující o reálném stavu sítě i ostatní zaměstnance společnosti. Pro běh webu byl vybrán mikroframework *Flask* poskytující velkou variabilitu co se týká možností použití databází nebo správy relací. Součástí webu se tak stala i databáze síťových zařízení, udržující lepší přehlednost. Navíc webový server poskytuje službu FTP díky které dochází k zálohování konfigurací každého aktivního síťového zařízení. Jednotlivé konfigurace je tak možné stáhnout skrz webové rozhraní i v případě poruchy konkrétního zařízení.

Nasazování jednotlivých systémů a zavádění optimalizací bylo jednak podmíněno prezentací každé části a její schválení vedením IT oddělení a hlavně také zda-li bude pro nasazení nutná odstávka sítě, což umožňovalo některé systémy nasazovat

pouze v průběhu státních svátků nebo celozávodních dovolených. Tento problém se dotkl hlavně zavádění VLAN, které byli postupně odsunuty na letní měsíce, kdy je plánována výměna jedné z linek a tedy i odstávka výroby.

Literatura

- [1] IEEE. *IEEE Standard of Ethernet: IEEE Std 802.3-2018 (Revision of IEEE Std 802.3-2015)* [online]. 1. vyd. 2018, 31. září 2018 [cit. 22. listopadu 2019]. 802.3-2018 Section3, s. 345. Dostupné na: <<https://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?punumber=8457467>>. ISBN 978-1-5044-5090-4.
- [2] IEEE. *IEEE Standard of Ethernet: IEEE Std 802.3-2018 (Revision of IEEE Std 802.3-2015)* [online]. 1. vyd. 2018, 31. září 2018 [cit. 22. listopadu 2019]. 802.3-2018 Section4, s. 324. Dostupné na: <<https://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?punumber=8457467>>. ISBN 978-1-5044-5090-4.
- [3] STANDARDIZATION ISO, I. O. for (ed.). *ISO/IEC 11801-1:2017: Information technology — Generic cabling for customer premises. Part 1: General requirements.* Nov 2017. S. 149. Dostupné na: <<https://www.iso.org/standard/66182.html>>.
- [4] *Manual:CAPsMAN* [online]. 2019, 7. říjen 2019 v 9:19 [cit. 10. prosince 2019]. Dostupné na: <<https://wiki.mikrotik.com/index.php?title=Manual:CAPsMAN&oldid=33599>>.
- [5] *About MikroTik* [online]. 2019 [cit. 13. prosince 2019]. Dostupné na: <<https://mikrotik.com/aboutus>>.
- [6] *Product: Ethernet routers* [online]. 2019 [cit. 13. prosince 2019]. Dostupné na: <<https://mikrotik.com/products/group/ethernet-routers>>.
- [7] *Product: Switches* [online]. 2019 [cit. 13. prosince 2019]. Dostupné na: <<https://mikrotik.com/products/group/switches>>.
- [8] *Product: Wireless for home and office* [online]. 2019 [cit. 13. prosince 2019]. Dostupné na: <<https://mikrotik.com/products/group/wireless-for-home-and-office>>.
- [9] *About Us* [online]. 2019 [cit. 13. prosince 2019]. Dostupné na: <<https://www.edge-core.com/company.php>>.
- [10] *VisiWave Site Survey* [online]. 2020 [cit. 18. dubna 2020]. Dostupné na: <<https://www.visiwave.com/wifi/site-survey.php>>.

- [11] PLESKOT, V. *Dohledové systémy pro počítačové sítě* [online]. Pardubice: [b.n.], 2012 [cit. 17. prosince 2019]. 63 s. Pardubická univerzita. Bakalářská práce. Dostupné na: <<http://hdl.handle.net/10195/48433>>.
- [12] UYTTERHOEVEN, P. a OLUPS, R. *Zabbix 4 Network Monitoring: Monitor the performance of your network devices and applications using the all-new Yabbos 4.0*. 3. vyd. Birmingham: Packt Publisher, 2019. 798 s. ISBN 978-1789340266.
- [13] *Opsview: Monitoring Videos* [online]. 2019 [cit. 18. prosince 2019]. Dostupné na: <<https://www.opsview.com/resources/monitoring/videos>>.
- [14] *Manual:The Dude* [online]. 2017, 10. března 2017 v 10:20 [cit. 10. prosince 2019]. Dostupné na: <https://wiki.mikrotik.com/index.php?title=Manual:The_Dude&oldid=29184>.
- [15] *Flask: Web development, one drop at a time* [online]. 2020. [cit. 20. květen 2020]. Dostupné na: <<https://flask.palletsprojects.com/en/1.1.x/>>.
- [16] *Flask-Bootstrap* [online]. 2020. [cit. 20. květen 2020]. Dostupné na: <<https://pythonhosted.org/Flask-Bootstrap/>>.
- [17] *FlaskWTF* [online]. 2020. [cit. 20. květen 2020]. Dostupné na: <<https://flask-wtf.readthedocs.io/en/stable/>>.
- [18] *Flask SQLAlchemy* [online]. 2020. [cit. 20. květen 2020]. Dostupné na: <<https://flask-sqlalchemy.palletsprojects.com/en/2.x/>>.
- [19] *Flask-Migrate* [online]. 2020. [cit. 20. květen 2020]. Dostupné na: <<https://flask-migrate.readthedocs.io/en/latest/>>.
- [20] *Flask-Login* [online]. 2020. [cit. 20. květen 2020]. Dostupné na: <<https://flask-login.readthedocs.io/en/latest/>>.
- [21] *Flask-SocketIO* [online]. 2020. [cit. 20. květen 2020]. Dostupné na: <<https://flask-socketio.readthedocs.io/en/latest/>>.
- [22] *Vsftpd: Probably the most secure and fastest FTP server for UNIX-like systems* [online]. 2020. [cit. 25. květen 2020]. Dostupné na: <<https://security.appspot.com/vsftpd.html>>.
- [23] *Security Issues in Network Event Logging (syslog)* [online]. 2020. [cit. 25. květen 2020]. Dostupné na: <<https://datatracker.ietf.org/wg/syslog/charter/>>.

- [24] *HELPDESK s přidanou hodnotou* [online]. 2020. [cit. 23. květen 2020]. Dostupné na: <<https://www.magikinfo.cz/magikhelpdesk>>.

Seznam symbolů, veličin a zkratek

ALCZM	Experimentální WiFi síť
ALCZPUB	Návštěvnická WiFi síť
AP	Access point
CAPsMan	Controlled Access Point system Manager
CCR	Cloud Core Router
CHR	Cloud Hosted Router
CRS	Cloud Router Switch
CSRF	Cross-site request forgery
dBm	Přijímaný výkon na vztažený na miliwatt
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DR0	Datový rozvaděč 0 – umístění: Serverovna
DR01	Datový rozvaděč 01 – umístění: Serverovna (virtuální rozvaděč pro <i>Main Office</i>)
DR15	Datový rozvaděč 15 – umístění: Výrobní hala (Hlavní rozvaděč pro výrobu)
DR18	Datový rozvaděč 18 – umístění: 1. patro, Chráněná dílna (tři rackové skříně A-C)
FTP	File Transfer Protocol
F/UTP	Foiled, Unshielded Twisted Pair
Gbit/s	10^9 bitů za sekundu
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol
IP	Internet Protokol
LAN	Local Area Network
MIB	Management Information Base
Mbit/s	10^6 bitů za sekundu

OID	Object Identifier
PoE	Power over Ethernet
RSTP	Rapid Spanning Tree Protocol
SFP	Small Form-factor Pluggable
SFP+	Small Form-factor Pluggable o rychlosti 10 Gbit/s
SNMP	Single Network Management Protokol
STP	Spanning Tree Protocol
SPB	Shortest Path Bridging
syslog	System Log
TP	Twisted Pair
U	Rack Unit
U/FTP	Unshielded, Foiled Twisted Pair
VLAN	Virtual LAN
VoIP	Voice over IP
VPN	Virtual Private Network
VSFTPD	Very Secure FTP Daemon
WiFi	Wireless Fidelity
WiFi Data 02	WiFi Office
WiFi Data 04	WiFi Critical
WSGI	Web Server Gateway Interface
Xfce	XForms Common Environment